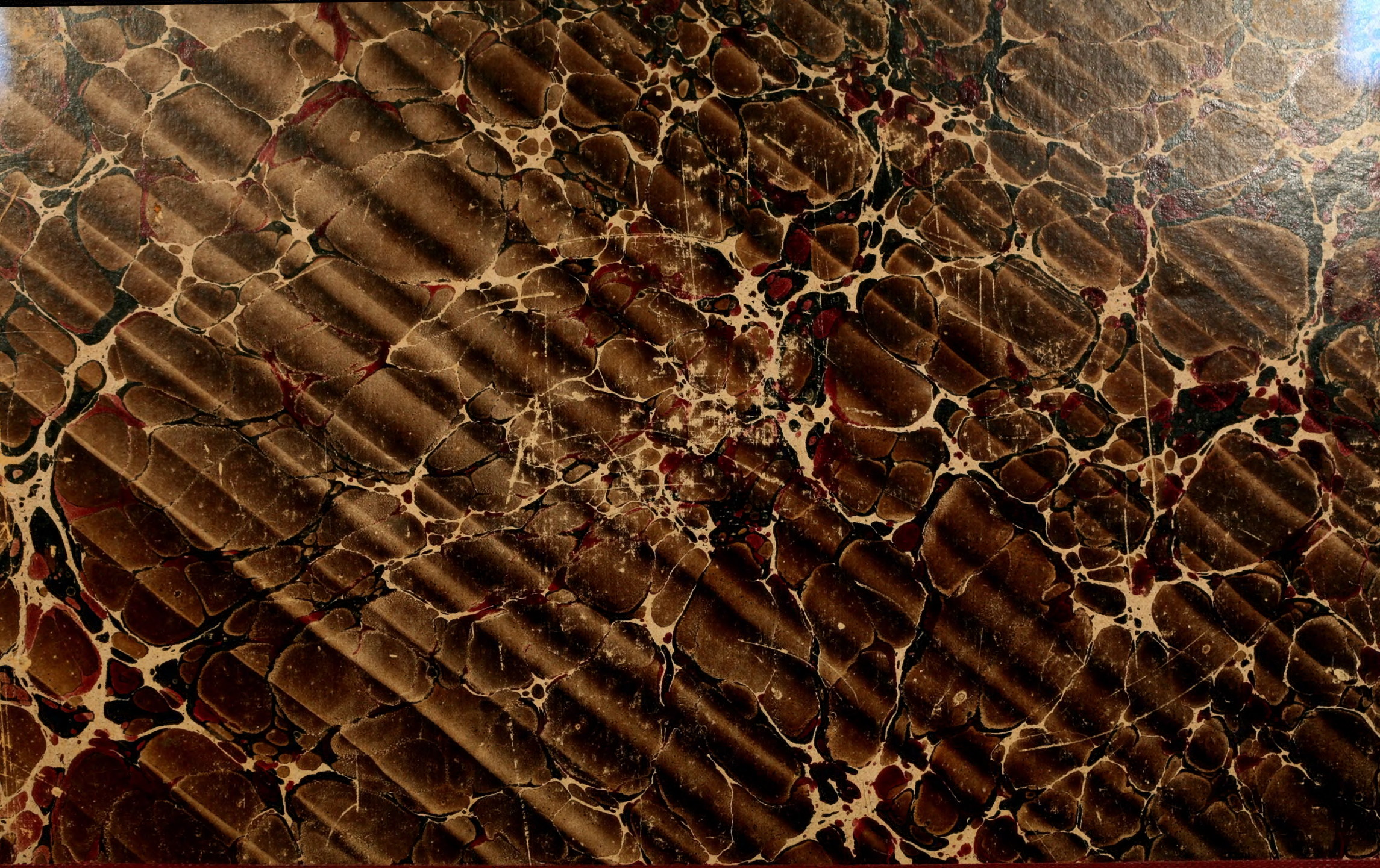


~~ALEX. AGASSIZ.~~

Library of the Museum

OF

COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

Founded by private subscription, in 1861.

Deposited by ALEX. AGASSIZ.

No. 13,106

April 12, 1893

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN BAU DER BRACHIOPODEN.

Von

DR. FRIEDRICH BLOCHMANN,

PROFESSOR DER ZOOLOGIE IN ROSTOCK

TEXT.

JENA,

VERLAG VON GUSTAV FISCHER.

1892.

1893, April 12.
Museum of Comp. Zoöl.

Herrn Professor O. Bütschli

widmet diese Untersuchungen

in Dankbarkeit und Verehrung

Der Verfasser.

Hochverehrter Lehrer und Freund!

Wenn ich Ihnen die nachfolgenden Untersuchungen über die Anatomie der Brachiopoden zueigne, so thue ich das mit dem Gefühle der aufrichtigsten, herzlichsten Dankbarkeit. Sie haben mich nicht nur in das Studium unserer Wissenschaft eingeführt, sondern haben auch später, in der langen Zeit, die es mir vergönnt war, mit Ihnen gemeinschaftlich zu lehren und zu lernen, stets meinen Studien und mir ein freundschaftliches Interesse entgegengebracht. Vielfache Anregung danke ich Ihnen. Sie waren es auch, der mich vor nunmehr 10 Jahren auf die Untersuchung der Brachiopoden hinwies, in der Ueberzeugung, dass nur eine bis ins Einzelne gehende Kenntniss des Baues dieser, besonders durch ihre Vergangenheit interessanten Thiergruppe uns die vielumstrittenen Beziehungen derselben zu anderen Abtheilungen des Thierreiches erschliessen könnte.

Wenn meine Untersuchungen erst heute an die Oeffentlichkeit treten können, so wissen Sie am besten, welche Ursachen verzögernd auf die Arbeit wirkten. Diese sind nun glücklich beseitigt, und so viel es an mir liegt, sollen weitere Hefte diesem ersten bald nachfolgen.

Die Arbeit an diesen Untersuchungen ist mir doppelt angenehm, da sie mich beständig wieder in das Heidelberger Institut zurückversetzt. Im Geiste bespreche ich jeden interessanten Fund mit Ihnen, wie dies früher geschah, wo mir Ihre zustimmende Anerkennung die beste Belohnung für mühevolle Studien war. Ich bitte Sie, die Widmung dieser Abhandlungen als äusseres Zeichen meines Dankes und meiner Verehrung anzunehmen und mir wie bisher, so auch in der Zukunft Ihre Freundschaft zu bewahren.

Ihr treu ergebener

F. Blochmann.

Einleitung.

Mit der Abhandlung über den Bau von *Crania* lege ich den Fachgenossen den ersten Theil meiner anatomischen Untersuchungen über Brachiopoden vor, dem die übrigen so bald als möglich nachfolgen sollen.

Ich habe diese Untersuchungen schon im Jahre 1882 begonnen und suchte damals die Zoologische Station in Neapel auf, weil ich bald erkannt hatte, dass, um über die Resultate früherer Beobachter hinauszukommen. frisches Material nöthig wäre. Was Brachiopoden anlangt, war mein Aufenthalt in Neapel vergeblich. Von grösseren Formen erhielt ich nur *Terebratula vitrea* und *Megerlea truncata* in ganz wenigen Exemplaren, und die zahlreicher erhältlichen *Argiope*-Arten sind für viele anatomische und besonders für histologische Zwecke zu klein.

Ich konnte dann im Sommer 1884 mit Unterstützung durch ein vom Grossh. badischen Ministerium für Justiz, Cultus und Unterricht aus der Peter-Wilhelm-Müller-Stiftung gewährtes Reisestipendium, für welches ich auch an dieser Stelle den ehrerbietigsten Dank sage, meine Studien an der norwegischen Küste fortsetzen. Ich unternahm die Reise in Begleitung meines alten Freundes Dr. C. Hilger und verdankte demselben in vieler Beziehung wesentliche Unterstützung.

Wir wählten als ersten Aufenthalt Bergen, wo wir im Hause des Sattlermeisters Rhode das durch E. Haeckel für den Zoologen klassisch gewordene, höchst bescheidene Zimmer bewohnten. Es ist für mich eine gern erfüllte Pflicht, auch öffentlich den herzlichsten Dank auszusprechen für die gastfreundliche Aufnahme, die wir in dem prächtigen Museum von Bergen fanden, wo uns der ehrwürdige Director Danielssen die schönsten Arbeitsplätze überliess und uns die reichen Mittel des Museums, besonders dessen werthvolle Bibliothek zur Verfügung stellte. Nicht nur von ihm, sondern auch von allen anderen am Museum damals thätigen Herren, so insbesondere von Herrn Kaufmann Friele, dem vorzüglichen Kenner der norwegischen Mollusken, dem durch seine kühne Grönlandsfahrt jetzt weltbekannten Dr. F. Nansen und dem inzwischen leider verstorbenen Conservator Lorange wurden wir aufs beste unterstützt, so dass uns die Arbeit ebenso leicht wurde, wie zu Hause unter gewohnten Verhältnissen.

Da die nächste Umgebung von Bergen uns Brachiopoden nicht in der gewünschten Menge lieferte, verlegten wir unseren Wohnsitz etwas weiter nördlich, nach Alverströmmen, welches schon öfter von Fachgenossen besucht wurde und für den Zoologen in jeder Beziehung ein vorzüglicher Platz ist. Wenn man

nicht in einer Station arbeitet, so kann man kaum einen günstigeren und angenehmeren Ort finden, als das dicht am Meere gelegene Haus des Kaufmanns Rasmusen, wo auch für des Leibes Nothdurft vorzüglich gesorgt war, und wo die arbeitsfreien Stunden in der angenehmsten Weise durch den Verkehr mit der liebenswürdigen Familie ausgefüllt wurden. Hier floss das Material reichlich. Ich konnte in den elf Wochen, die wir dort zubrachten, von *Terebratulina caput serpentis*, *Waldheimia cranium* je etwa 200 Exemplare, von *Crania anomala* wohl die doppelte Zahl erbeuten. Die Thiere wurden theils gleich zur Untersuchung, besonders zu Macerationspräparaten verwandt, theils in verschiedener Weise conservirt. Diese Ausbeute bildet den Grundstock meines Brachiopodenmaterials, welches sich durch Schenkungen und Kauf reichlich vermehrte, so dass ich aus fast allen wichtigeren Gattungen Vertreter untersuchen konnte.

Durch Vermittelung des Leiters der Zoologischen Station Neapel, des Herrn Professor Dohrn, erhielt ich das besonders schöne und grosse Formen umfassende, von Chierchia bei der Expedition des Vettor Pisani an der patagonischen Küste gesammelte Material (*Waldheimia dilatata*, *Terebratella dorsata*). Ich will dabei noch ganz besonders darauf hinweisen, wie grosse Dienste der Commandant des Vettor Pisani, der jetzige Admiral Palumbo, und besonders auch der Corvettencapitain Chierchia selbst durch die vorzügliche Conservirung des gesammelten Materials unserer Wissenschaft leisteten. Nicht minder anzuerkennen ist die grosse Liberalität, mit welcher das italienische Marine-Ministerium das Material zur Bearbeitung an die Gelehrten der verschiedensten Nationen vertheilte. Es ist nur zu bedauern, dass das Beispiel des Vettor Pisani noch ziemlich vereinzelt dasteht.

Mein Freund Kükenthal überliess mir eine reiche Sammlung von *Rhynchonella psittacea* aus Spitzbergen, dieselbe Art erhielt ich von Prof. Kossmann und dem Conservator an Tromsös Museum Sparre Schneider. *Discina* und *Lingula pyramidata* schenkte mir A. Agassiz, *Lingula anatina* Prof. Ehlers, Semper, der für die Wissenschaft zu früh verstorbene I. Brock und die beiden Sarasin, *Discina* und *Thecidium* erhielt ich durch Vermittelung des Geh. Rath Möbius aus dem Königl. Museum für Naturkunde in Berlin, *Megerlea* und *Crania turbinata* aus dem Mittelmeer von Prof. Kowalewski, *Terebratula vitrea* aus Menorca von meinem derzeitigen Assistenten Herrn Dr. Will. Dazu kamen durch Kauf circa 50 Exemplare von *Lingula anatina* in vorzüglich conservirtem Zustande von der Linnaea in Berlin, die in Neapel vorkommenden Arten: *Terebratula vitrea*, *Megerlea truncata*, *Argiope cuneata* und *neapolitana* von der Zoologischen Station Neapel.

Allen denen, die mir durch so reichliche Zuwendung des seltenen und werthvollen Materials die Vollendung meiner Untersuchungen möglich machten, schulde ich den grössten Dank. Ich hoffe diesen am besten dadurch zum Ausdruck zu bringen, dass ich das mir überlassene Material nach Kräften zur Erweiterung unserer Kenntniss dieser für den Zoologen und Paläontologen gleich interessanten Thiergruppe verwandte.

Nach meiner norwegischen Reise veröffentlichte ich im Jahre 1885 ganz kurz einige Hauptergebnisse jener Studien (No. 1). Als wichtigstes Resultat ist zu betrachten die Wiederauffindung des Blutgefässsystems, welches schon von Hancock in vielen Punkten richtig erkannt worden war, von späteren Untersuchern aber durchweg geleugnet, oder nicht als solches anerkannt wurde. Die weitere Ausarbeitung meiner Ergebnisse erlitt dann unliebsame Verzögerungen, theils durch andere, keinen Aufschub duldende Arbeiten, theils durch persönliche Verhältnisse. So unangenehm mir diese Verzögerungen waren, so glaube ich doch, dass sie der Sache zum Vortheil gereichten. Denn im Laufe der sieben seither verflossenen Jahre beschäftigten mich stets die Brachiopoden, alle wichtigeren Verhältnisse wurden wiederholt und mit verschiedenen Methoden geprüft und haben dadurch an Sicherheit gewonnen. Naturgemäss hat sich in dieser Zeit der Blick er-

weitert, was den allgemeinen Erörterungen, besonders denen über die Stellung der Brachiopoden im System zu Gute kommt.

Das Wesentliche über den letzteren Punkt habe ich in einem vor der Rostocker naturforschenden Gesellschaft gehaltenen Vortrage (No. 2) klar gelegt.

Meine Ansichten stimmen mit den Ideen von Caldwell[1]) und von A. Lang[2]) in der Hauptsache überein. Die Brachiopoden stehen in nächster Beziehung zu *Phoronis* und durch diese zu den *Sipunculaceen*. Andere Beziehungen, wenn auch weniger enge, bestehen zu den *Ektoprokten*, so dass die von A. Lang aufgestellte Gruppe der *Prosopygier* wohl begründet erscheint.

Ich werde in den folgenden Abhandlungen nur diejenigen Schriften berücksichtigen, welche sich mit der Anatomie der Brachiopoden beschäftigen, und auf die älteren Abhandlungen nur, soweit unbedingt nöthig, eingehen. Eine Darstellung der Entwickelung unseres Wissens von den Brachiopoden werde ich an anderer Stelle geben.

Hier möchte ich zur allgemeinen Orientirung einiges Wenige hervorheben.

Auf die älteren Untersuchungen von Cuvier, Carpenter, Owen, Vogt, Huxley, Gratiolet folgte im Jahre 1859 die bewundernswerthe Abhandlung von Hancock, wo zum ersten Male die Anatomie einer grösseren Anzahl von Formen gemeinschaftlich dargestellt wurde. Diese Arbeit bildet die Grundlage für alle weiteren Untersuchungen, und es ist geradezu staunenswerth, wie viel Hancock mit seinen einfachen Hülfsmitteln gesehen hat. Mit scharfem Auge hat er, allerdings unterstützt durch ein günstiges Material, die wesentlichen Verhältnisse in den meisten Beziehungen richtig erkannt, und, wo er irrte, besonders hinsichtlich der Endabschnitte des Blutgefässsystems, ist dies nur zu entschuldbar, wenn man bedenkt, dass er hauptsächlich unter der Lupe präparirte und dass er schwierige Verhältnisse nicht, wie wir es heute thun, auf Schnittserien untersuchen konnte. Hätte er mit den modernen Hülfsmitteln gearbeitet, so wäre meiner Ueberzeugung nach für einen späteren Untersucher nicht mehr viel zu thun übrig geblieben.

Seine künstlerisch vollendeten Darstellungen der Brachiopodenanatomie sind in alle Lehrbücher übergegangen.

Hancock's Resultate erscheinen noch mehr bewundernswerth, wenn man mit denselben vergleicht, was neuere Untersucher geleistet haben. Keiner von ihnen hat Hancock erreicht. So haben die meisten das von ihm beschriebene Blutgefässsystem überhaupt nicht wiedergefunden oder wenigstens nicht als solches erkannt. Einige Forscher haben zwar das Herz gesehen, aber seine Contractilität geleugnet. Wie ich schon in meiner kurzen Mittheilung hervorhob, habe ich an lebend geöffneten Exemplaren von *Terebratulina caput serpentis* die Pulsationen desselben gesehen und habe die Gefässvertheilung im Wesentlichen so gefunden, wie Hancock sie beschreibt. Die nachfolgenden Darstellungen werden die Bestätigung liefern.

Lacaze-Duthiers gab eine Beschreibung des Baues von *Thecidium* und sah so viel, als sich bei einer so kleinen Form ohne Serienschnitte sehen lässt. Hier kann ich die Bemerkung nicht unterdrücken, dass Joubin ein bischen zu weit geht in dem Lobe, welches er dieser Abhandlung spendet: »qui fait contraste par sa clarté avec toutes les obscurités que renferment les précédents.« Die Abhandlung Hancock's giebt unzweifelhaft ein viel besseres und klareres Bild von dem Bau der Brachiopoden, als die von Lacaze-Duthiers, welche eine einzige aberrante, und durch ihre geringe Grösse zur anatomischen Behandlung ganz ungeeignete Art betrifft.

1) Caldwell, N. H., Preliminary note on the Structure, Development and Affinities of Phoronis. Proc. roy. soc., London, vol. XXIV, 1882, p. 371—383.

2) Lang, Lehrbuch der vergl. Anatomie.

Auf die zahlreichen Abhandlungen von Morse, die sich weniger mit dem Bau der Brachiopoden, als mit ihrer systematischen Stellung beschäftigen, werde ich besonders in dem allgemeinen Theil näher eingehen müssen.

Dass van Bemmelen nicht weiter kam, hängt, wie ich aus der Betrachtung seiner Präparate, die er mir bei seinem Aufenthalte in Heidelberg vorlegte, ersah, damit zusammen, dass sein Material ungenügend erhalten war. Immerhin hat er vieles richtig gesehen, so vor allem das von Hancock beschriebene Lacunensystem als ein Netz von Bindegewebszellen erkannt.

Von noch neueren Arbeiten beschäftigen sich die von Shipley und Schulgin mit der Anatomie von *Argiope* und lassen recht viel zu wünschen übrig. Beyer studirte besonders die Anatomie von *Lingula pyramidata*. Ich kann es mir ersparen, in diesen Abhandlungen Beyer's Arbeit auch nur zu erwähnen. Sie wäre entschuldbar, wenn sie 40—50 Jahre früher geschrieben wäre. Heutzutage ist sie mehr als schülerhaft. Der Autor hat es zuwege gebracht, Blutkörperchen (Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit) für junge Eier zu erklären, in den Taschen der Leibeshöhle neben dem Oesophagus die Herzen zu erkennen, den schon längst ad acta gelegten Hermaphroditismus der *Lingula* wieder nachzuweisen und dergl. mehr. Die ganze Arbeit beweist nur, dass dem Autor jede histologische und zoologische Erfahrung fehlt. Das einzige, was erwähnenswerth erscheint, ist, dass er das die Schale absondernde Epithel als solches erkannte.

Endlich erschien als letzte grössere Abhandlung Joubin's Anatomie der Ecardinen. Wenn man bei Brachiopoden überhaupt von grober Anatomie sprechen will, so hat Joubin vielfach diese nicht einmal richtig erkannt. Die histologischen Resultate seiner Arbeit sind nach heutigen Begriffen geradezu ungenügend zu nennen, besonders da er an frischem Material untersuchte. Da *Crania*, deren Bau ich in der ersten der nachfolgenden Abhandlungen darstellen will, auch sein Hauptobject bildete, so werde ich nicht umhin können, mehr auf seine Arbeit einzugehen, als bei der Ungenauigkeit derselben angebracht erscheinen mag.

Ich habe mich bei der Darstellung der Resultate bemüht, leicht verständliche Uebersichtsbilder zu geben, und habe keine Mühe gescheut, die denselben zu Grunde liegenden Präparate, soweit irgend angänglich, durch Präparation unter der Lupe herzustellen. Dabei schwebten mir Hancock's bisher unübertroffene Darstellungen als Muster vor. Ich bin mir wohl bewusst, dass meine Abbildungen die vollendeten Bilder Hancock's nicht erreichen, doch hoffe ich, dass sie wenigstens klar und übersichtlich sind. Ich halte es im Interesse des Lesers für nothwendig, solche Darstellungen zu geben und sich nicht, wie dies leider nur zu sehr Mode geworden ist, auf die allerdings bequemere Abbildung endloser Schnittserien zu beschränken, wobei dem Leser die Mühe überlassen bleibt, sich aus den dargestellten Schnitten ein mehr oder weniger anschauliches Bild zu construiren.

Ich will damit keineswegs gegen die Verwendung der Serienschnitte sprechen. Diese sind für das Studium der Brachiopodenanatomie unumgänglich nothwendig, und ich verdanke ihnen in vieler Beziehung die werthvollsten Aufschlüsse, sei es, dass sie zur Controle der präparatorisch klargelegten Verhältnisse dienten, sei es, dass mit ihrer Hülfe Dinge ermittelt wurden, die sich mit Messer und Scheere nicht mehr darstellen lassen. Aber ich glaube, dass die präparatorische Methode, wo sie möglich ist, den Vorzug vor der Schnittmethode verdient, ihrer grösseren Anschaulichkeit wegen.

Da es Brauch ist, einiges über die Untersuchungsmethoden zu sagen, so will ich noch wenige Bemerkungen über die von mir befolgte Technik beifügen.

Am frischen Thiere ist nicht viel zu erreichen, da vor allem die starke Kalkschale ein unüberwindliches Hinderniss ist, und da die zarten Organe sich kaum erfolgreich mit Messer und Scheere behandeln lassen.

Ich arbeitete darum auch fast ausschliesslich an conservirten Thieren.

Am besten bewährte sich die Conservirung mit Sublimat. Die damit behandelten Thiere sind heute noch — nach acht Jahren — zur Untersuchung der feinsten histologischen Verhältnisse geeignet. Die ominösen Stecknadeln sind nur ganz ausnahmsweise aufgetreten. Für Macerationspräparate lieferte das von O. & R. Hertwig angegebene Gemisch von Osmium-Essigsäure und Seewasser mit nachfolgender Hämatoxylinfärbung vorzügliche Resultate.

Zu dem stets nothwendigen Entkalken verwandte ich meist 1-proc. Chromsäure, bei dickeren Schalen mit Zusatz von etwas Salzsäure oder Salpetersäure. Auch Salpetersäure allein in Alkohol von 50—70 Proc. wurde angewandt. Zur Färbung diente hauptsächlich Delafield'sches Hämatoxylin. Ganz besonders elegante und instructive Präparate erhält man durch Doppelfärbungen mit Eosin-Hämatoxylin, Orange-G.-Hämatoxylin und Boraxcarmin-Indigocarmin. Ausgezeichnetes leisten diese Methoden bei der Untersuchung der Muskelverhältnisse in den Herzen, den Armen, Cirren u. s. w.

Geschnitten wurde in Paraffin und Celloidin. Das letztere würde unbedingt den Vorzug verdienen, wenn sich Schnittserien leichter herstellen liessen. In Celloidinschnitten sind meistens die Gewebe besser erhalten als in Paraffin, jede Schrumpfung wird vermieden. Besonders werthvoll für das Studium der Armsinus in der Umgebung des Mundes und ihres theilweise vorhandenen Zusammenhanges mit der Leibeshöhle sind Injectionen dieser Hohlräume. Diese Methode wurde zuerst von Gratiolet (2) bei *Lingula* mit bestem Erfolge angewandt, und ich benutzte sie bei den von mir studirten Formen mit Ausnahme der ganz kleinen, wie *Argiope* u. a. Als Injectionsmasse wurde sowohl gelöstes Berlinerblau, als auch besonders eine 2-proc. mit Berlinerblau oder Carmin gefärbte Gelatine angewandt. Die Injectionen wurden mit einem Apparate für constanten Druck ausgeführt. Es lassen sich mit Hülfe guter Injectionen Fragen lösen, deren Entscheidung ohne solche niemals vollständig gelingen wird. Ich freue mich, dass gerade in den Tagen, in denen ich dies schreibe, auch von A. Schneider[1]) auf die Wichtigkeit der Injectionstechnik für den Zoologen hingewiesen wird. Schneider hat ganz Recht, wenn er sagt: »Les injections fines! La mode n'y est plus, c'est si certain, c'est si vrai qu'il y a des vastes groupes zoologiques dont nulle canule n'a effleuré un seul membre depuis trente, quarante, cinquante ans. C'est ainsi que, dans les Arachnides, en dehors de l'Epéire et de la Mygale, on ne connaît rien de la topographie vasculaire des Aranéides. On s'en remet à l'uniformité présumée de structure, ou l'on déclare qu'on s'arrête devant la difficulté de telles injections, ou bien, dernier genre, on raille spirituellement la barbarie du procédé, belle raison pour ne pas se salir les manchettes, mais un peu tiré du renard de la Fable.«

Ich kenne Docenten der Zoologie, die nie in ihrem Leben eine Spritze in der Hand hatten!

Wie jeder, der sich eingehender mit einer Thiergruppe beschäftigt, habe ich mir für diesen oder jenen Zweck besondere Methoden ausprobirt. Ich verzichte jedoch darauf, Einzelheiten mitzutheilen. Es würde zu weit führen. Ausserdem findet jeder in der Technik Bewanderte solche Dinge leicht selbst, und schliesslich lässt sich dasselbe Ziel auch auf verschiedenen Wegen erreichen.

1) Schneider, Aimé, Injections fines, Tablettes zool., T. II, No. 3 p. 1—22, 1892.

Verzeichniss der angeführten Litteratur.

Eine umfassende Zusammenstellung der Litteratur, hauptsächlich auch der palaeontologischen, giebt Dalton.

Ich führe hier nur solche Schriften auf, welche von Wichtigkeit für die Anatomie sind. Für den allgemeinen Theil werde ich ein besonderes Verzeichniss folgen lassen. Von den vielen Mittheilungen Morse's habe ich nur die wichtigeren angeführt. Die mir nicht zugänglichen Abhandlungen sind mit einem * versehen.

* van Bemmelen, J. F., 1) Over den bouw der schelpen van Brachiopoden en. Chitonen. Akad. Proefschrift, Leiden, 1882.

— — 2) Untersuchungen über den anatomischen und histologischen Bau der Brachiopoda Testicardinia. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. XVI, 1883, S. 88—161.

*— — 3) Verslag der onderzoekingen etc. Nederl. Staatscourant, 1884.

Beyer, A. G., A study of the structure of *Lingula (Glottidia) pyramidata Stein (Dall).* Studies from the biological laboratory Johns Hopkins University, Baltimore, vol. III, 1886, p. 227—265.

Blochmann, F., 1) Vorläufige Mittheilung über Brachiopoden. Zool. Anz., VIII. Jahrg., 1885, S. 164—167.

— — 2) Ueber die Anatomie und die verwandtschaftlichen Beziehungen der Brachiopoden. Arch. d. Ver. d. Freunde d. Natg. i. Mecklenburg, Jg. 46, 1892, S. 37—50.

Brooks, W. K., The development of *Lingula* and the systematic position of the Brachiopoda. Chesapeak zoological Laboratory (1878), 1879, p. 35—112.

Carpenter, W., On the microscopical structure of shells. Report on the XIV. meeting of the British Association for the advanc. of sc. for 1844 (1845), p. 1—24.

— — 2) Part II, ibid., for 1847 (1848), p. 93—134.

— — 3) On a peculiar arrangement of the sanguiferous system in *Terebratula* and certain other Brachiopoda. Proc. roy. soc., London (1854), 1855, p. 32—37.

Cuvier, G., Mémoire sur l'animal de la Lingule *(Lingula anatina Lam.).* Annales du Muséum d'hist. nat., t. I, 1802, p. 69—80.

Davidson, Th., 1) British fossil Brachiopoda, vol. I. General introduction:

I. Owen, R., On the anatomy of the *Terebratula.*

II. Carpenter, W. B., On the intimate structure of the shells of the Brachiopoda.

III. Davidson, Th., On the classification of the Brachiopoda.

Dalton, W. H., Bibliography of the Brachiopoda, vol. VI, 1886.

— — 2) A monograph of the recent Brachiopoda. Transact. Linn. soc. London (2), vol. IV, Zool., 1886—1888.

Deslongchamps, E., Recherches sur l'organisation du manteau chez les Brachiopodes articulés. Mém. d. l. soc. Linnéenne de Normandie, vol. XIV., 1865.

Gratiolet, P., 1) Recherches pour servir à l'historire des Brachiopodes.

— — 2) I. Monographie. Études anatomiques sur la Térébratule australe, *Terebratula australis Quoy* et *Gaimard*. Journ. de conchyliologie, t. VI [(2) t. II], 1857, p. 209—258.

— — 3) II. Monographie. Études anatomiques sur la Lingule anatine (*L. anatina Lam.*). Ibid., t. VIII [(2) t. IV], 1860, p. 49—107, 129—172.)

Grube, E., Ueber den Bau der Brachiopoden. 35. Jahresber. d. Schles. Ges., 1857, S. 46—47.

Hancock, A., On the organization of the Brachiopoda. Phil. Transact., vol. 148, 1859, p. 791—869.

Huxley, Th. H., 1) Contributions to the anatomy of the Brachiopoda. Proc. roy. soc., London, vol. VII (1854), 1856, p. 106—117 und p. 241—242.

— — 2) Note to a paper entitled: Contributions etc. Ann. mag. nat. hist. (2), XV, 1855, p. 456/57.

Joubin, L., Recherches sur l'anatomie des Brachiopodes inarticulés. Arch. zool. éxp. gén. (2), t. IV, 1886, p. 161—303. Vorläufige Mittheilungen in Comptes rend., t. 99, p. 985—987, t. 100, p. 464—466, t. 101, p. 1170/71, auch Revue scientif. (3), t. 38, p. 532—535.

*— — Note sur l'anatomie des Brachiopodes articulés. Bull. soc. zool. d. France, t. XII, p. 119—126.

King, W., On the histology of the test of the class Palliobranchiata. Transact. roy. Irish Acad. (Dublin), vol. XXIV, (1867), 1871, p. 439—455.

Kowalevski, A., Beobachtungen über die Entwickelung der Brachiopoden. Protok. der Vers. Russ. Naturforscher zu Kasan (1873), 1874 (russisch). Ref. von Agassiz in Am. Journ. sc. and arts 1874 und von Oehlert und Deniker in Arch. zool. éxp. gén. (2), I, 1883, p. 57—76.

Lacaze-Duthiers, H., Histoire naturelle des Brachiopodes de la méditerranée. I. Monographie: Histoire de la Thécidie. Ann. sc. nat. zool. (4), t. XV, 1861, p. 259—330.

Macdonald, J. D., On the physiology of the pallial sinus of the Brachiopoda. Trans. Linn. soc., XXII, 1862, p. 373—375.

Quenstedt, A., Ueber das Oeffnen und Schliessen der Brachiopoden. Wiegmann's Archiv für Natg., I. Jahrg., Bd. II, 1835, S. 220—222.

Morse, E. S., 1) Haemal and neural regions of Brachiopoda. Proc. Boston soc. Nat. Hist., vol. IX (1862/63), 1865, p. 57—60.

— — 2) Classification of Mollusca based upon the prinziple of cephalization. Proceed. Essex Institut. Salem Mass., vol. IV, part. 6, 1865, p. 162—180, 1865. Repr. Americ. Journal sc. and arts, vol. XLII, 1866, p. 19—33.

— — 3) On the early stages of *Terebratulina septentrionalis Couthouy*. Memoirs Boston soc. Nat. Hist., vol. II (1871), 1878, p. 29—39.

*— — 4) On the early stages of *Discina* (abstr.). Proc. Americ. Assoc. Advanc. Science, 19. Meet. 1870 (1871), p. 270.

— — 5) The Brachiopoda a division of Annelida. Proc. Am. Ass. Adv. Science, 19. Meet. (1870), 1871, p. 272—276. Proc. Bost. Soc. Nat. Hist., vol. XIII, 1870, p. 416. Americ. Journ. Sc. & Arts (2), vol. L, 1870, p. 100—104. Ann. Mag. Nat. Hist. (4), vol. VI, 1870, p. 267—270.

*— — 6) On the organization of *Lingula* and *Discina*. Proc. Amer. Ass. Adv. Sc., 19. Meet. (1870), 1871, p. 271, 272.

— — 7) Ueber die Beweglichkeit der Arme von *Rhynchonella*. Proc. Bost. Soc. Nat. Hist., vol. XV, 1872, p. 242.

— — 8) On the oviducts of *Terebratulina*. Proc. Bost. Soc. Nat. Hist., vol. XV, 1872, p. 211.

— — 9) On the oviducts and embryology of *Terebratulina*. Amer. Journ. Sc. and Arts (3), vol. IV, 1872, p. 262, 263. Proc. Am. Ass. Adv. Sc., 21. Meet. (1872), 1873, p. 222—225.

— — 10) Embryology of *Terebratulina (septentrionalis)*. Mem. Bost. Soc. Nat. Hist., vol. II, 1873, p. 249—264. Proc. Am. Assoc. Adv. Sc., 22. Meet. (1873), 1874, Nat. Hist., p. 308—310.

— — 11) The systematic position of the Brachiopoda. Proc. Bost. Soc. Nat. Hist. vol. XV, 1873, p. 315—372.

— — 12) Note on the extension of the coiled arms in *Rhynchonella*. Amer. Journ. Sc. and Arts (3), vol. XVII, 1879, p. 257.

Owen R., 1) On the anatomy of the Brachiopoda of Cuvier, and more especially of the genera Terebratula and Orbicula. Transact. of the zool. soc. of London, vol. I, 1835, p. 145—164.

— — 2) Lettre sur l'appareil de la circulation chez les mollusques de la classe des Brachiopodes. Ann. d. sc. nat. Zool. (3), vol. III, 1845, p. 315—320.

— — 3) Sur l'anatomie des Térébratules. Comptes rend., t. XXVII, 1853, p. 385—387.

Ray Lankester, Summary of zoological observations made at Naples in the winter 1871/72. Ann. Mag. Nat. Hist. (4), vol. XI, 1873, p. 81—97.

Schmidt, O., Die neuesten Untersuchungen über die Brachiopoden von Owen, Carpenter und Davidson, mit einigen Zusätzen. Zeitschr. f. d. ges. Naturw., Jg. 1854, S. 325—333.

Schulgin, M. A., *Argiope Kowalevskii.* Ein Beitrag zur Kenntniss der Brachiopoden. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 41, 1884, S. 116—141.

Semper, C., Ueber *Lingula.* Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XI, 1862, S. 100—104, XIV, 1864, S. 424.

Shipley, A. E., On the structure and development of *Argiope.* Mitth. der Zoolog. Station Neapel, Bd. IV, 1883, p. 494—520.

— — Ueber das Nervensystem der *Argiope.* Zool. Anz., VIII. Jahrg., 1885, S. 25, 26.

Vogt, C., Anatomie der *Lingula anatina.* Neue Denkschr. d. allg. Schweizer Gesellschaft f. d. ges. Naturw., Bd. VII, 1845.

Vogt, C., und Yung, E., Brachiopoden, in Lehrbuch der praktischen vergl. Anatomie, Bd. I, 1888, S. 699—733.

I. Die Anatomie von *Crania anomala* O. F. M.

Ich habe mich nach reiflicher Ueberlegung dazu entschlossen, an erster Stelle eine ausführliche Darstellung des Baues von *Crania anomala* unter eingehender Berücksichtigung der histologischen Verhältnisse zu geben. Und zwar waren mir dafür folgende Gründe maassgebend:

Erstens hatte ich von dieser Form ein fast unbeschränktes Material zur Verfügung, da sie an den von mir besuchten Küstenstrecken Norwegens zu den gemeinsten Thieren gehört. Zweitens bietet sie gerade für ein eingehendes Studium des interessanten histologischen Baues unter den von mir bis jetzt geprüften Arten, trotz ihrer verhältnissmässig geringen Grösse, bedeutende Vortheile, weil die histologischen Elemente ziemlich gross und weil besonders die der Kalkeinlagerungen entbehrenden Arme für jede Art der Behandlung leicht zugänglich sind. Drittens hat *Crania* auch in anatomischer Beziehung gegenüber den anderen Formen ein gewisses Interesse wegen der noch ursprünglichen Lagerung des Afters in der Medianlinie, am Hinterende des Körpers.

In der Absicht, den Bau von *Crania* ausführlicher zu behandeln, wurde ich dadurch nicht beirrt, dass derselbe vor kurzem von Joubin eine Darstellung gefunden hat. Denn Joubin hat nicht nur ein wichtiges Organsystem, das Blutgefässsystem, ganz übersehen, sondern auch seine Angaben über andere Systeme bedürfen vielfach der Correctur, ganz abgesehen davon, dass er die histologischen Verhältnisse fast gar nicht berücksichtigte.

Die Darstellung des Baues von *Crania* wird umfangreicher werden, als die späteren, mit anderen Formen sich beschäftigenden Abhandlungen, und zwar hauptsächlich durch die eingehende Schilderung des histologischen Baues. Bei den nachfolgenden ist eine kürzere Fassung möglich, nicht nur weil die histologischen Eigenthümlichkeiten überall wiederkehren, sondern weil auch im anatomischen Bau keine principiellen Unterschiede unter den Brachiopoden bestehen.

Was nun zunächst das Vorkommen von *Crania anomala* betrifft, so fanden wir dieselbe in der näheren Umgebung von Bergen, im Puddefjord bei Laxevaag, dann bei Kvarven schon in ziemlicher Zahl, ganz besonders massenhaft und zum Theil in recht stattlichen Exemplaren bei Tyveholmen, einer kleinen Klippe in der Nähe von Alverströmmen, in Tiefen von etwa 10—200 m. Bei jedem Zuge enthielt das Schleppnetz zahlreiche vom Felsen losgerissene und darum der ventralen Schale beraubte Exemplare. Wie massenhaft die Thiere sein müssen, wird am besten veranschaulicht durch das Ergebniss unseres letzten Schleppnetzzuges, der uns von allen am meisten Mühe und Arbeit machte, und zwar, wie sich bei Heraufkommen des Netzes zeigte, deshalb, weil eine flache Steinplatte von ungefähr 60 cm Länge, 20—30 cm Breite und etwa 10 cm Dicke in das Netz gerathen war. Aber die aufgewandte Mühe war reichlich belohnt, denn auf dieser Platte sassen dichtgedrängt wohl etwa 150 Exemplare unseres Thieres! In geringerer Zahl fanden sich die Thiere auch auf den an tieferen Stellen des Fjords angehäuften Muschelschalen-

fragmenten, und solche Exemplare sind besonders günstig für die Untersuchung, weil die Muschelschalen sich gleichzeitig mit der Schale der *Crania* selbst auflösen, so dass man die Thiere ganz unverletzt erhält. Bei den auf Steinen sitzenden Exemplaren gelingt ein Loslösen der ventralen Schale nur ausnahmsweise.

Biologisches kann ich wenig über *Crania* berichten. Ich hielt zwar eine Anzahl Thiere längere Zeit theils in Glasschalen, theils auch in wohldurchlüfteten Aquarien im Museum in Bergen, konnte aber nicht viel feststellen. In Folge ihrer festsitzenden Lebensweise ist *Crania* ebenso wie fast alle übrigen Brachiopoden (mit Ausnahme von *Lingula*, die recht beweglich sein soll) noch langweiliger als die meisten Muscheln.

Wenn die Thiere ungestört sind, halten sie die Schalen geöffnet. Die dorsale, freie Schale ist besonders am Vorderende erhoben, so dass das Wasser ungehindert Zutritt hat. Bei jeder Beunruhigung wird sie energisch angezogen und fest auf die untere, aufgewachsene gepresst, meist aber bald wieder geöffnet. Ich konnte nie ein Hervorstrecken der Arme beobachten, obwohl meine Aufmerksamkeit speciell darauf gerichtet war. Ich betone dies besonders, weil von Morse (12) angegeben wird, dass *Rhynchonella psittacea*, die ähnlich wie *Crania* freie, spiralförmig aufgerollte Arme besitzt, diese aus der Schale vorstrecke. Diese Form konnte ich selbst nicht lebend beobachten und habe darum über Morse's Angabe kein eigenes Urtheil. Trotzdem kann ich gewisse Zweifel an Morse's Beobachtung nicht unterdrücken. Die Arme waren bei dem von ihm beobachteten und conservirten Exemplar wohl durch irgend einen Zufall herausgekommen. Die Arme von *Rhynchonella* sind viel weniger musculös als die von *Crania*, die sie sicher nicht aus der Schale hervorstreckt. Bei *Terebratulina caput serpentis*, von der es Morse auch angiebt, ist es geradezu unmöglich. Ich habe bei den vielen Thieren, die ich lebend in Händen und in Aquarien hatte, nie ein Hervorstrecken der Arme gesehen. Dagegen ragen wohl die Cirren etwas aus dem Schalenspalt hervor. Ich glaube mich zu erinnern, dass auch bei *Crania* die Cirren zwischen den Schalen herausragen. Solches wird schon von Barett [1]) angegeben.

Die Thiere, die wir in der Zeit von Mitte August bis October erbeuteten, waren nicht geschlechtsreif. Nur ausnahmsweise fand ich beim Präpariren der Thiere bewegliche Spermatozoen. Von der Entwickelung habe ich nichts beobachtet. Ich glaube kaum, dass sie noch im Spätsommer vor sich geht.

Die Frage, inwieweit die verschiedenen beschriebenen Formen von *Crania* wirklich gut abgegrenzte Arten sind, kann ich nicht entscheiden, da mir das hierzu nöthige, umfangreiche Vergleichsmaterial fehlt. Die wenigen Exemplare, die ich von Kowalevski aus dem Mittelmeer erhielt, muss ich für *Cr. turbinata Poli* halten. Ob diese Form eine besondere Art repräsentirt, weiss ich nicht. Sollte dies nicht der Fall sein, so ist sie jedenfalls eine typische Varietät. Sie bleibt bedeutend kleiner als die nordische *Crania* (12 mm grösster Durchmesser gegen 22 mm) und zeigt auch sonst manches Abweichende. Unter etwa 15 Exemplaren, die ich besitze, spricht sich eine deutliche Verschiedenheit gegen *Cr. anomala* bei 4 aus, die auf dem Bau der ventralen Schale beruht. Diese ist, wie Fig. 2 zeigt, nicht mit der ganzen Fläche der Unterlage angeheftet, was bei Hunderten von *Crania anomala*, die ich gesehen habe, stets der Fall war, sondern sitzt nur mit einer kleinen Stelle fest. Daraus folgt dann die Bildung eines sog. falschen Schnabels und einer falschen Area, wie sie bei fossilen Cranien öfter vorkommen, bei lebenden, meines Wissens, aber nicht beschrieben sind. Der Bau der Schale, die Muskelansätze etc. stimmen bei beiden Formen ganz überein, ebenso Anatomie und Histologie, soweit ich es bei dem etwas mangelhaften Erhaltungszustande der Mittelmeerexemplare untersuchen konnte.

1) Ann. and mag. nat. hist. (2), vol. XVI, 1855, p. 257—259.

Wenn wirklich specifische Unterschiede bestehen, so haben dieselben jedenfalls in anatomischer Hinsicht gar kein Interesse. Denn da die Angehörigen der verschiedensten Gattungen der Brachiopoden in den wichtigsten anatomischen und histologischen Dingen fast vollständig dieselben Verhältnisse bieten, so ist zu erwarten, dass zwischen so nahe stehenden Formen, wie die möglicherweise zu unterscheidenden *Crania*-Arten wären, keine irgendwie bemerkenswerthe Verschiedenheit im Bau besteht.

Abschnitt 1. **Die Schale.**

Die Schale besteht aus zwei, in keiner Verbindung mit einander stehenden Klappen, einer dorsalen und einer ventralen. Daraus, dass die ventrale Schale in ihrer ganzen Ausdehnung der Unterlage fest aufgewachsen ist, ergiebt sich, wie dies auch bei ähnlich lebenden Muscheln gewöhnlich der Fall ist, eine bedeutende Ungleichheit der beiden Klappen. Aber nicht nur die ventrale Schale wird durch das Festsitzen beeinflusst, sondern auch die freie, dorsale. Die ventrale schmiegt sich den Unebenheiten der Unterlage an, und die dorsale folgt ihr dann in ziemlich bedeutendem Maasse, so dass die Gestalt derselben und damit die ganze äussere Erscheinung des Thieres bedeutend verändert wird. Man erhält so oft ganz unregelmässige, asymmetrische Formen. Wenn die Thiere auf im ganzen ebener Unterlage sitzen, kommt die normale Gestalt zur Entwickelung, und solche Thiere erreichen nach meinen Beobachtungen auch die bedeutendste Grösse. Bei den grössten, von mir beobachteten Thieren hat die dorsale Schale eine Länge von 15 mm bei einer Breite von 22 mm. Die ventrale Klappe bleibt um ein unbedeutendes kleiner, da sie von der dorsalen ganz bedeckt wird.

Der Umriss der dorsalen Klappe geht am besten aus Fig. 1 und 3 hervor. Die Schale ist etwa schildförmig mit einem in der Medianlinie, nach dem Hinterrande zu gelegenen Nabel. Sie zeigt auf der Aussenseite unregelmässig gewellt verlaufende Anwachsstreifen, die natürlich zwischen dem Nabel und dem Hinterrande näher aneinander liegen, als zwischen dem Vorderrande und dem Nabel (Fig. 1).

Die Schale ist auf der Aussenseite glänzend, heller bis dunkler röthlichbraun, seltener schwarzbraun gefärbt. Auf der Innenseite (Fig. 3) grenzt sich eine äussere, dünnere Zone durch eine parallel dem Rande verlaufende, wulstartig verdickte Lippe von dem centralen Theile ab. Die Lippe hebt sich durch ihre weissliche Färbung scharf von dem ins Bräunliche gehenden Rande ab. Auf der Innenseite des Randes verlaufen radiär angeordnete rippenartige Leisten (Fig. 22). In den Einsenkungen zwischen denselben liegen die Oeffnungen für die Mantelpapillen. Mit dem Wachsthum der Schale wird die Zahl der Randleisten vergrössert, indem neue Leisten zwischen je ein Paar der alten sich einschieben, wie es die Abbildung zeigt. Die hintere Hälfte des centralen Theiles trägt die Muskelansätze; sie bedeckt die Rückseite des eigentlichen Körpers. Die vordere Hälfte lässt mit grösserer oder geringerer Deutlichkeit Eindrücke der Mantelsinus erkennen; sie wird ebenso wie die ganze Randpartie und ein grosser Theil der zwischen den Muskeleindrücken gelegenen Fläche von dem Mantel allein bedeckt. Von den Muskelansätzen fallen zuerst auf die vier der Occlusoren zwei vordere und zwei hintere (Fig. 3 *occl. ant.* u. *post.*). Die von einer Einkerbung der Lippe aus nach der Medianlinie und etwas nach vorn ziehenden Ansätze der vorderen Occlusoren sind im ganzen von etwa bohnenförmiger Gestalt mit convexem Hinterrande und concavem Vorderrande. Sie erheben sich etwas mehr als die anderen Muskelansätze über die Oberfläche der Schale und tragen dem inneren Ende genähert eine kleine Vertiefung. Die äusseren Partien grenzen sich manchmal undeutlich ab; auf ihnen entspringen die sog. Retractoren des Armapparates.

In der Mitte zwischen den beiden vorderen Occlusoren, etwas gegen den Vorderrand zu, liegt, jedoch nicht stets, eine knopfförmige Erhebung, auf welcher rechts und links die Ansätze der Protractoren

der Arme sich finden. Hinter jedem Ansatz eines Occlusor anterior liegt nahe dem Hinterrande ein solcher für den Occlusor posterior. Dieser ist im Umriss etwa birnförmig, mit nach vorn und seitlich gerichteter Spitze. Zwischen seinem Seitenrande und der Lippe liegt ein kleiner Muskelansatz, der des oberen schiefen Muskels. Zwischen den Ansätzen der beiden Occl. post. in der Mittellinie, hart am inneren Rande der Lippe, liegt der Ansatz für den Levator ani.

Von dem zwischen den beiden Occl. ant. gelegenen Knopfe zieht jederseits eine leistenförmige Erhebung nach dem inneren Ende des Ansatzes für den Occl. ant. und theilt sich hier in eine, den Hinterrand des Occlusors umziehende Leiste und eine andere, weniger deutliche, welche seitlich von der Medianlinie nach dem Hinterrande der Schale zu verläuft. Eine andere, deutlichere Leiste entspringt am äusseren Ende des Occl. ant. nach hinten zu und umzieht den Innenrand des Occl. post., um hinten in die Lippe überzugehen.

An etwas angewitterten Schalen treten die Muskelansätze besonders deutlich hervor. Ihre Oberfläche erscheint dann matt-gelblich.

Die Gestalt der Eindrücke der Mantelsinus ergiebt sich am besten aus der Abbildung. Sie fallen an frischen Schalen wenig auf, sind jedoch an solchen, die mit Essigsäure etwas angeätzt wurden, oft besonders deutlich.

Die ganze Innenfläche der Schale erscheint durch die Poren für die Mantelpapillen fein punktirt. Am Rande und bis auf die Lippe herauf sind die Poren deutlich in radiären Reihen angeordnet, weil sie hier zwischen den oben erwähnten Leisten liegen. Den Wachthumsverhältnissen entsprechend muss auch in den inneren Theilen der Schale die Porenstellung eine derart regelmässige gewesen sein, ist aber dadurch verwischt, dass stets neue Reihen zwischen den bestehenden sich einschieben. Auf den Muskelansätzen sind die Poren spärlicher und feiner.

Die ventrale Schale (Fig. 4) wird meist fast ganz von der dorsalen bedeckt, so dass bei geschlossenen Schalen nur da und dort kleine Theile ihres Randes sichtbar sind. Der Rand ist stark gewulstet und fällt nach aussen steil ab; nach innen geht er allmählich in die centrale Einsenkung über, in deren hinterem Theile wir wieder die Muskelansätze, in deren vorderem die Eindrücke der Mantelsinus finden. In der Medianlinie, etwas hinter der Mitte, erhebt sich ein knopfartiger Vorsprung, auf welchen sich von beiden Seiten herauf die Ansätze der vorderen Occlusoren erstrecken. Dieselben haben ungefähr in ihrer Mitte ein kleines Grübchen (ältere Schalen); an der hinteren Fläche des Knopfes entspringen die oberen schiefen Muskeln. Diese, die Ansätze der Occlusoren tragende Erhebung wird gewöhnlich als Stütze des Armapparates betrachtet, hat aber mit diesem gar nichts zu thun, sondern dient lediglich als Muskelansatz. Seitlich, dem Hinterrande der Schale genähert, liegen die Ansätze der Occl. post., lateral an sie anschliessend, nur ausnahmsweise erkennbar, die der unteren schiefen Muskeln.

Der gewulstete Rand der Schale ist mit kleinen, warzigen Erhebungen bedeckt und dadurch rauh. Die Schalenporen sind etwas weniger zahlreich als in der dorsalen Schale.

Die Schalen bestehen hauptsächlich aus kohlensaurem Kalk, der zwischen Lamellen von organischer Substanz abgelagert ist. Ich konnte durch die bekannte Reaction mit molybdänsaurem Ammoniak auch Spuren von phosphorsaurem Kalk nachweisen. Herr Kollege Michaëlis, dem ich daraufhin einige Schalen zur genaueren Prüfung gab, konnte diesen Befund bestätigen. Man unterscheidet auf Dünnschliffen eine äussere, gelblich gefärbte Schicht von einer inneren farblosen. Die letztere ist dicker. Die Färbung der äusseren Schicht wird durch Eisenoxyd hervorgerufen.

Die Oberfläche der Schale wird von einer zarten Cuticula bedeckt. Die Kalkmasse zeigt eine eigenthümliche Structur. Sie ist in Schichten abgelagert, welche im Allgemeinen schief zur Oberfläche der

Schale stehen (Fig. 24, 25, 26). Diese Lamellen sind da, wo sie von den Poren für die Mantelpapillen durchbrochen werden, etwas in die Höhe gezogen nach der äusseren Oberfläche zu. So kommt das eigenthümliche Bild zu Stande, welches die Schliffe zeigen. Die Kalklamellen sind fein gestreift, und zwar läuft die Streifung der Oberfläche derselben parallel. Diese Streifung darf wohl als der Ausdruck einer schichtenweisen Ablagerung betrachtet werden. An den Muskelansätzen (Fig. 26 *MA*) ist die Structur eine etwas andere. An diesen Stellen ist der Schale von innen her eine Kalkmasse angelagert, welche aus einzelnen zu der freien Fläche des Muskelansatzes, also im allgemeinen auch zu der Schalenoberfläche, annähernd senkrechten Prismen besteht. Wie wir bei der Betrachtung des der Schale anliegenden Mantelepithels sehen werden, wird jedes solche Prisma von einer Zelle erzeugt. Diese Prismen sind fein längsgestreift, und an guten Schliffen tritt auch eine Querstreifung hervor (Fig. 26). Die Prismensubstanz ist reicher an organischer Materie und erhält sich darum auch beim Entkalken fast unverändert. An einer entkalkten Schale habe ich auch einmal im Inneren der gewöhnlichen Schichten eine Lage von Prismensubstanz angetroffen, wie dies auch von anderen Forschern schon beobachtet wurde.

Das über den feineren Bau Gesagte bezieht sich alles auf die dorsale Schale. Von ventralen Schalen hatte ich zu wenig Material, um den Bau genauer untersuchen zu können. Nach dem jedoch, was ich sah, sind die Verhältnisse im Wesentlichen dieselben. Nur sind die Poren nicht so zahlreich und weniger verästelt. Was nun die zur Aufnahme der Mantelpapillen dienenden Schalenporen anlangt, so ist schon lange bekannt, dass sie bei *Crania* sich etwas anders verhalten als bei den übrigen Brachiopoden. Es sind feine, annähernd senkrecht zur Schalenoberfläche verlaufende Kanäle, die sich in den äusseren Schichten der Schale in eine ziemlich grosse Zahl feinster Aeste auflösen (Fig. 24, 25, 26). Diese feinen Aestchen werden wohl unter der Cuticularschicht blind enden. Direct entscheiden konnte ich dies bei der Feinheit der Kanälchen nicht, man darf es aber wohl nach Analogie mit den übrigen Brachiopoden annehmen.

Untersucht man den Rand der dorsalen Schale auf Schliffen (Fig. 24) und im Flächenbild (Fig. 22, 23), so ergiebt sich zunächst ganz deutlich die schon erwähnte Anordnung der Poren in radiäre Reihen. Weiter zeigt sich, dass am Rande nur ganz feine Poren sich finden, die hier, dem Wachsthum der Schale entsprechend, neu gebildet werden. Diese am Rande gelegenen, feinsten Porenkanälchen entsprechen den äussersten Aestchen der weiter nach dem Centrum zu gelegenen, am Ende verästelten Kanäle. Das Flächenbild (Fig. 22) zeigt ganz klar, wie dann die am Ende verästelten Poren zu Stande kommen. Es geschieht dies so, dass die nahe zusammenliegenden, inneren Oeffnungen mehrerer solcher feiner Kanälchen von der neu angelagerten Kalkmasse eine gemeinschaftliche Umwallung erhalten. Indem nun nach und nach immer mehr Kalkmasse von innen her abgelagert wird, wächst die ursprünglich flache Einsenkung, in deren Grunde die Mündungen mehrerer feiner Kanälchen liegen, zu einer langen Röhre aus, die dann an ihrem, der äusseren Schalenoberfläche genäherten Ende die zuerst entstandenen, feinen Kanälchen als Zweige und Aestchen trägt (Fig. 24, 25). Diese Abbildungen zeigen auch, dass alle diese feinen Kanälchen schief zur Schalenoberfläche stehen, im Allgemeinen mit ihrem blinden Ende nach dem Schalenrande zu. Genaueres wird sich noch später bei Betrachtung der Mantelpapillen, zu deren Aufnahme diese Kanäle dienen, ergeben. Hier mag nur vorgreifend bemerkt werden, dass die gröberen Kanäle von stark verlängerten Epithelzellen, die feinsten Röhrchen von Protoplasmafortsätzen derselben ausgefüllt werden.

Die organische Grundmasse der Schale studirt man am besten an in Celloidin eingebetteten Thieren. Ein Schnitt durch eine solche entkalkte Schale (Fig. 33) zeigt, dass die organische Grundlage der Schale das Bild, das ein Schliff bietet, ziemlich getreu wiederholt. Man sieht zwischen den Mantelpapillen ausgespannt feinste Häutchen, die denselben Verlauf haben, wie die feinen Streifen der intacten Schale (Fig. 24—26). Man muss sich also vorstellen, dass zwischen den feinen Häutchen der kohlensaure

Kalk eingelagert ist. Von Stelle zu Stelle finden sich etwas stärkere, intensiver sich färbende Membranen, sie sind wohl die Grenzschichten der auf den Schliffen hervortretenden, schief zur Oberfläche gerichteten Anwachsstreifen. In den äusseren, bräunlich gefärbten Schichten der Schale konnte ich diese Membranen nicht wahrnehmen; hier scheint also die organische Masse sehr zurückzutreten.

Am reichlichsten findet sich, wie oben bemerkt, die organische Substanz in den Muskelansätzen und ebenso in dem centralen Knopfe der Ventralschale; diese behalten nach der Entkalkung ganz die Structur, die sie im nicht entkalkten Zustande haben (Fig. 29, 29a).

Das Wachsthum der *Crania*-Schale muss manchmal, entgegen dem, was sonst von Brachiopoden angenommen wird, sprungweise vor sich gehen. Dies scheinen mir Schalen, wie die in Fig. 1a dargestellte, zu beweisen. Bei diesen findet man, ein braunes oder tiefdunkles Mittelfeld umgebend, einen breiten, ganz hellen Streifen, den man wohl als Anwachsstreifen betrachten darf. Ich bemerke aber ausdrücklich, dass ich in meinem Material von über 200 Thieren nur etwa 12 mit solchen Schalen fand.

Die Eigenthümlichkeiten, welche die *Crania*-Schale in ihrem feineren Bau von der der übrigen Brachiopoden unterscheiden, sind schon durch die Untersuchungen von Carpenter und King bekannt geworden.

Auf die Litteratur kann ich hier nicht ausführlicher eingehen, ich werde dies später im Zusammenhang mit der Besprechung der Schalen anderer Brachiopoden thun. Nur über die Angaben Joubin's muss ich einiges bemerken. Manche Unterschiede zwischen seinen und meinen Angaben mögen darauf zurückzuführen sein, dass die zur Untersuchung dienenden Thiere, von verschiedenen Fundorten stammend, vielleicht Varietäten einer Art, oder sogar verschiedene Arten sind.

Die gröberen Verhältnisse hat Joubin im Allgemeinen richtig beschrieben. Was den feineren Bau anlangt, so spricht er von »fibres calcaires extrêmement fines, dirigées perpendiculairement aux deux surfaces«. Von diesen habe ich ebensowenig, wie die früheren Beobachter, etwas sehen können. Das von ihm beschriebene System von feinen, unregelmässigen Kanälen in der ventralen Schale habe ich bei meinen aus dem Mittelmeer stammenden Schalen auch gefunden, aber nur ab und zu, vielleicht bei einem Drittel der Schalen, bei den norwegischen habe ich es nie gesehen. Dasselbe hat mit dem übrigen Kanalsystem der *Crania*-Schale nichts weiter zu thun. Durch den höchst einfachen Versuch der Entkalkung findet man sofort an Stelle des Kanalsystems ein Gewirr von Pilzfäden, welche als Parasiten in der Schale leben!

Was Joubin über den (verkalkten) Knorpel an den Muskelansätzen sagt, entspricht nicht der Wirklichkeit. Nach seiner Ansicht sollen sie Theile des Stützgewebes des Mantels sein. Jeder gute Schnit durch ein entkalktes Thier zeigt aber, dass diese Partien der Schale angehören, wie dies auch der bis jetzt allgemein angenommenen Ansicht entspricht; denn ihre innere Oberfläche wird ebensogut wie jeder andere Theil der Schale durch das äussere Epithel des Mantels von der Stützsubstanz getrennt. Man vergleiche dazu Fig. 29, 29a, b und das in Abschnitt 3 über das Epithel der Muskelansätze Gesagte.

Abschnitt 2. **Allgemeine Beschreibung der äusseren Morphologie.**

Um die äussere Morphologie und die Anatomie, soweit sie sich mit Messer und Scheere darstellen lässt, zu untersuchen, verwendet man am besten entkalkte Exemplare. An solchen lassen sich die beim Entkalken zurückgebliebenen organischen Reste der Schale leicht entfernen. Die beiden, der dorsalen und ventralen Schale entsprechenden Mantellamellen bleiben erhalten. Man kann dann bei Betrachtung der äusseren Mantelflächen die Muskelenden und die Anordnung der Mantelsinus gut studiren. Untersucht man das Thier von der Rückseite (Fig. 5), so sieht man, den Muskelansätzen, wie sie für die dorsale Schale be-

schrieben wurden, entsprechend, die oberen Enden der Muskeln, welche an der dorsalen Schale befestigt sind. Zwischen der Medianlinie und dem inneren Rande des Occlusor anterior, über dem hinteren Ende des entsprechenden Protractor brachiorum, tritt der Stamm des Mantelsinus der betreffenden Seite aus der Leibeshöhle heraus, biegt gleich nach aussen um, um vor dem vorderen Rande des Occlusor anterior nach dem Seitenrande zu zu verlaufen. Nach vorn zu giebt er in der Regel vier Aeste ab, von denen der äusserste, kleinste das nach vorn umgebogene Ende des Stammes ist. Der erste (der Medianlinie nächste) Ast ist der ansehnlichste und trägt auf seiner lateralen Seite zwei Seitenzweige. Bei älteren Thieren sind die Aeste an der Spitze gegabelt.

Bei der Betrachtung von der Ventralseite (Fig. 6) fallen wieder zunächst die Muskelenden auf. Zwischen den Occl. ant. ist die organische Masse des Knopfes der Ventralschale erhalten (*K*).

Der ventrale Mantelsinus entspringt an der Seite, zwischen dem Occlusor anterior und posterior, wendet sich im Bogen nach vorn, gegen die Medianlinie zu. Der so verlaufende Hauptstamm trägt auf der lateralen Seite gewöhnlich drei Seitenäste. Das Ende des Stammes selbst und die beiden inneren Seitenäste sind gewöhnlich am Ende gegabelt.

Soviel ich sehen kann, ist die Zahl der Aeste des dorsalen und ventralen Mantelsinus nicht ganz constant. Die Abbildungen sind nach mittelgrossen Thieren gemacht.

Der von den beiden Schalen und den ihnen anliegenden Mantellamellen umschlossene Hohlraum wird nur zum geringeren Theil von dem eigentlichen Körper des Thieres eingenommen. Der Umriss des Körpers wird in der dorsalen und ventralen Ansicht etwa durch eine Linie angegeben, welche die Enden der vier Occlusoren umzieht. Der eigentliche Körper ist also auf den hinteren Theil der Schale beschränkt. Vor demselben ist eine weite Mantelhöhle vorhanden, welche auch an den Seiten und dem Hinterrande den Körper umzieht, so dass der dorsale und ventrale Mantel allseitig einen freien Rand haben. Während nun auf der Ventralseite die Körperwand in der ganzen, von der die Occlusorenenden umziehenden Linie begrenzten Fläche der Schale dicht anliegt, ist dies dorsal nicht der Fall. Hier wird eine Verbindung mit der Schale nur durch die Muskelansätze vermittelt. Es besteht also zwischen der eigentlichen Rückenwand und dem die dorsale Schale überziehenden Mantel eine weite Höhle, die Rückenhöhle, welche an vier Stellen mit der Mantelhöhle im engeren Sinne in Verbindung steht, vorn zwischen den oberen schiefen Muskeln, an jeder Seite zwischen Occlusor anterior und posterior, hinten zwischen den beiden Occlusores posteriores. Eigentlich bestehen hier zwei Verbindungen rechts und links von dem Levator ani. Die eingeführten Borsten in den Fig. 5, 8 machen diese Verhältnisse deutlich. (Man vergleiche damit auch die Schnitte Fig. 10—15.)

Der grosse, vor dem Körper gelegene Theil der Mantelhöhle nimmt den für die Brachiopoden so charakteristischen Armapparat auf. *Crania* hat, wie *Lingula* und *Rhynchonella*, freie, nicht von einem mit der Schale zusammenhängenden Armskelet gestützte, nach der Dorsalseite zu schraubenförmig aufgewundene Arme. Da der Durchmesser der Umgänge nach der Dorsalseite zu abnimmt, so bilden die aufgerollten Arme als Ganzes einen flachen Kegel, dessen Basis ventral, dessen Spitze dorsal gerichtet ist.

In der Medianlinie zwischen beiden Armen springt die Körperwand unter einem stumpfen Winkel in die Mantelhöhle vor (Fig. 5—7). Auf der Ventralseite dieses Vorsprunges (Fig. 6) liegt im Grunde einer quer, von rechts nach links verlaufenden Rinne die Mundöffnung. Die Rinne wird von vorn her begrenzt und zum Theil überdeckt durch die Mundfalte, das Epistom; am hinteren Rande derselben stehen schlankfingerförmige Fortsätze, die Cirren. Die Armrinne, begleitet von dem Epistom, dann Armfalte genannt, und von der Cirrenreihe, setzt sich nach rechts und links fort, indem sie jederseits vor dem Occl. ant. im flachen Bogen nach hinten zieht, bis zu der Stelle, wo die Arme sich vom Körper loslösen. Hier wendet sich die

Armrinne etwas nach der dorsalen Seite zu (Fig. 8), um dann auf den äusseren Rand der freien Arme überzugehen und an diesem bis ans Ende zu verlaufen, wobei allmählich die Armfalte niedriger und die Cirren kürzer werden. Es scheint, dass die Arme lange Zeit weiterwachsen. Bei mittelgrossen Thieren zählte ich im Durchschnitt 5 Windungen, bei recht grossen etwa 8 solche. Die Wachsthumszone liegt an der Spitze der Arme; hier werden neue Cirren gebildet.

Die Arme machen, obwohl sie des Skeletes entbehren, einen recht compacten und starren Eindruck, was, wie wir später sehen werden, durch das mächtig entwickelte Stützgewebe von knorpelartiger Consistenz, welches die Hauptmasse der Arme ausmacht, bedingt wird.

Hinter dem den Mund von hinten her umziehenden Theile der Cirrenreihe verläuft eine tiefe, nach der Dorsalseite zu vordringende Einsenkung, welche den vorderen, die Mundöffnung und das Verbindungsstück der beiden freien Arme tragenden Theil des Körpers von dem Haupabschnitte scheidet (Fig. 8, 52). Im Grunde dieser Einsenkung liegt die Infraösophagealcommissur. An der Seitenwand des Körpers, an der Aussenseite des Occl. ant., liegt die Oeffnung des Nephridiums (Oviductes) der entsprechenden Seite als ein schief nach vorn und oben gerichteter Schlitz (Fig. 8). Den unteren Theil des Nephridiums sieht man durch die Körperwand durchschimmern. Der hintere Theil der Seitenwand (Fig. 8) bildet für den oberen und unteren schiefen Muskel, die man durchschimmern sieht, je einen wulstartigen Vorsprung, die, in der Mitte der Seitenfläche zusammenstossend, eine nach hinten offene dreieckige Einsenkung begrenzen. Die den oberen schiefen Muskel aufnehmende Ausbuchtung der Körperwand ist stärker entwickelt, als die andere. Sie fällt bei geschlechtsreifen Thieren dadurch besonders auf, dass der in sie eingelagerte Theil der Keimdrüsen durchscheint (Fig. 5, 7).

Die hintere, zwischen den Occl. post. gelegene Partie der Leibeswand entspringt von dem der ventralen Schale dicht anliegenden Mantel (Fig. 16) und zieht, anfangs weniger, dann mehr schief nach oben und vorn, um in die zwischen den oberen Muskelenden gelegene Rückenwand überzugehen. In der Medianlinie liegt auf einer kleinen Papille die Afteröffnung (Fig. 6, 7, 16). Oberhalb derselben bildet die Körperwand eine enge, taschenartige Ausstülpung, welche mit dem dorsalen Mantel in Verbindung steht. Im Innern dieser Tasche liegt der Levator ani (Fig. 16).

Die Farbe der weichen Theile ist ein gelbliches Weiss. Bei den weiblichen Thieren schimmern die Ovarien röthlichbraun durch.

Das Wenige, was ältere Autoren über das Thier von *Crania* geschrieben haben, ist bei Davidson (2) zusammengestellt. Ich kann es unterlassen, darauf näher einzugehen.

Die neueren Angaben Joubin's bedürfen in mancher Beziehung der Berichtigung. Abbildungen, die eine Gesammtansicht der äusseren Verhältnisse geben, suchen wir bei ihm vergeblich. Die in den Text eingefügten Figuren zeigen aber, dass der Autor die eigenthümlichen und von anderen Brachiopoden abweichenden Verhältnisse an der Rückenseite von *Crania* nicht verstanden hat. Auf seiner Fig. 1, p. 195, die einen Sagittalschnitt darstellt, setzt sich der Theil der Körperwand, welcher den Oesophagus bedeckt, direct an den dorsalen Mantel an, so dass hinter demselben der dorsale, der Schale anliegende Theil die Leibeshöhle begrenzt. Dies ist nicht richtig, denn, wie meine Fig. 8 zeigt, liegt dorsal vom Oesophagus zwischen den Protractoren der Arme gerade der Eingang in die Rückenhöhle, und die ganze, zwischen den Muskelansätzen gelegene Rückenfläche hat eine besondere, von dem der Schale anliegenden Mantel durch eine Höhle getrennte Wand. Die Darstellung dieser Verhältnisse ist auch in seinen Figg. 2 u. 3, p. 218 misslungen. Ich brauche des Genaueren nicht darauf einzugehen. Ein Vergleich mit meinen Figg. 10, 16 und die oben gegebene Beschreibung zeigt dies deutlich genug.

Hervorheben will ich nur noch, dass von einer ähnlichen Einrichtung, wie sie auf der Dorsalseite als Rückenhöhle besteht, auf der ventralen nichts vorhanden ist, wie aus Fig. 2 bei Joubin hervorzugehen scheint. Hier liegt die Körperwand direct der Schale an (meine Figg. 10—16).

Abschnitt 3. **Körperwand und Mantel.**

Körperwand und Mantel gehören zusammen, und zwar ist der Mantel nichts weiter als eine Duplicatur der Körperwand zur Erzeugung des frei über den Umfang des eigentlichen Körpers vorstehenden Theiles der Schale, der hauptsächlich dem Schutze des Armapparates dient. Wie sich aus einer solchen Entstehungsweise ergiebt, muss der Mantel aus zwei Lamellen bestehen, von denen die eine, äussere, eine Fortsetzung der ventralen resp. dorsalen Körperwand, die andere eine solche der Vorder-, Hinter- und Seitenwände des Körpers darstellt. Ursprünglich lag wohl zwischen den beiden Lamellen ein weiter Hohlraum, eine Fortsetzung des Cöloms. Dieser weite Hohlraum ist dann durch Verwachsung beider Lamellen theilweise verschwunden. Es haben sich noch einzelne, bei verschiedenen Arten der Brachiopoden in verschiedener charakteristischer Weise angeordnete Hohlräume, die Mantelsinus, erhalten. Diese stehen zeitlebens in offener Verbindung mit dem centralen Theile des Cöloms und werden von demselben Epithel ausgekleidet wie dieses. Die Modificationen, die an der Rückenfläche von *Crania* durch Ausbildung einer Rückenhöhle oder, wie man sie auch nennen könnte, secundären Mantelhöhle entstanden sind, wurden oben erwähnt. Sie ändern an dem principiellen Verhalten nichts. Sie sind eine Eigenthümlichkeit von *Crania*. Bei keinem anderen bis jetzt untersuchten Brachiopoden hat sich etwas Aehnliches gefunden.

Die Grundlage der ganzen Körperwand, des Mantels und auch der Arme bildet ein für die Brachiopoden charakteristisches Stützgewebe von knorpelartiger Consistenz, bei vielen Testicardinen durch eingelagerte, grössere oder kleinere Kalkkörper verstärkt.

Es entspricht ganz der Wirklichkeit, wenn Joubin sagt, schematisch liesse sich die Organisation der Brachiopoden zurückführen auf »une couche de tissu cartilagineux comprise entre deux epithéliums«. Auf der äusseren Seite ist diese Stützlamelle überzogen von dem äusseren Epithel. Die in ihr enthaltenen Abschnitte des Cöloms sind vom Cölomepithel ausgekleidet.

a) Die eigentliche Körperwand.

Die eigentliche Körperwand zeigt in ihrem Bau ziemlich beträchtliche Verschiedenheiten je nach der Gegend, wo wir sie untersuchen. Diese Verschiedenheiten sprechen sich in erster Linie in der mehr oder weniger mächtigen Entwickelung des Stützgewebes aus. Die Epithelien sind im grossen und ganzen überall dieselben. Modificationen des äusseren Epithels treten da auf, wo Theile des centralen Nervensystems oder grössere Nervenstämme in dasselbe eingelagert sind, wo die Körperwand direct der Schale anliegt und diese erzeugt, ferner an den Muskelansätzen. Das Cölomepithel, welches die Körperwand innen überzieht, zeigt weniger Verschiedenheiten. Diese bestehen besonders in der grösseren oder geringeren Mächtigkeit der aus demselben hervorgehenden Muskelzüge.

Ich schildere nun zunächst die gröberen Gestaltungsverhältnisse der Körperwand, einschliesslich ihrer Musculatur, ohne Rücksicht auf das äussere Epithel, welchem nachher noch einige Worte gewidmet werden sollen.

Da, wo die Körperwand der Schale anliegt, hat sie dieselbe Beschaffenheit wie der Mantel, diese Theile werden darum besser im nächsten Theile zusammen mit dem Mantel behandelt. Der vordere, vor den Occlusores anteriores gelegene Theil zeigt durch die dem Armapparat angehörenden Hohlräume ein be-

sonders complicirtes Verhalten und wird naturgemäss seine Betrachtung bei dem Armapparat finden. Die durch den Ursprung der Arme bedingten Modificationen betreffen jedoch nur den oberen Theil der Vorderwand; der untere Theil derselben, der sich mit dem ventralen Mantel verbindet, ist ganz einfach und soll darum gleich behandelt werden.

Ausserdem bleiben noch für die Betrachtung hier übrig: die Seitenwände, die in ihrer Mitte die Afterpapille tragende Hinterfläche und die Rückenfläche, welche zwischen den dorsalen Muskelansätzen die Rückenhöhle von unten her begrenzt. Am einfachsten verhalten sich von diesen verschiedenen Theilen die Rückenwand, die Hinterwand und der untere Theil der Vorderwand. An diesen Theilen der Wand ist die Stützsubstanz eine dünne Membran, die auf ihrer, der Leibeshöhle zugekehrten Seite Muskelfasern, die aus Zellen des Cölomepithels hervorgegangen sind, trägt. Fig. 41 stellt einen Sagittalschnitt durch den unteren Theil der vorderen Körperwand dar. Man sieht die Stützsubstanz als dünnes Häutchen zwischen den beiden Epithelschichten.

Von derselben Beschaffenheit und annähernd derselben Dicke ist die Stützsubstanz an den anderen genannten Stellen (Fig. 42, 43, 10—20). Etwas verwickelter sind die Verhältnisse in der Umgebung der Occl. post. und an den Seitenwänden.

Die hinteren Occlusoren liegen in einer von der Körperwand gebildeten besonderen Scheide, die, soviel ich sehen kann, vollständig gegen den übrigen Theil der Leibeshöhle abgeschlossen ist (Fig. 10, 42). Hinten, am oberen Theil der medialen Seite, an der äusseren Seite zwischen den Taschen des obl. sup. und inf., und auch noch ventral von der Scheide des letzteren ist es die Körperwand selbst, welche die Scheide bildet. Der Theil, welcher den Abschluss des Muskels gegen die Leibeshöhle, also an der vorderen, im unteren Theile der medialen Seite und gegen die Taschen des obl. sup. und inf. bewirkt, ist wohl als Duplicatur der Körperwand zu betrachten, dementsprechend ist auch die den Muskel einschliessende Höhle von Cölomepithel ausgekleidet. Die in der Muskelscheide eingeschlossene Flüssigkeit enthält dieselben amöboiden Zellen wie die Leibeshöhle.

Die Seitenwand entsendet da, wo die oberen und unteren schiefen Muskeln sich kreuzen, also etwa in der Mitte zwischen den Occl. ant. und post. einen Fortsatz medialwärts (Fig. 11), welcher zwischen die beiden Muskeln eindringt und sich an den lateral gelegenen Theil der Vorderwand der Scheide des Occl. post., ungefähr in der Mitte ihrer Höhe befestigt. Diese Scheidewand setzt sich nach hinten zu, spitz sich auskeilend fort. Dadurch kommt dann die eigentliche Körperwand in einer breiten Fläche zur Berührung und Verschmelzung mit der Scheide des Occl. post., so dass nur noch, dem oberen und unteren Ende genähert, ein mit der Leibeshöhle zusammenhängender Hohlraum bestehen bleibt (Fig. 10, 42). Von diesen ist der obere der ansehnlichere. Er nimmt den Endabschnitt des oberen schiefen Muskels auf. Der untere enthält den Ursprungstheil des unteren schiefen Muskels. Auf den in Fig. 10, 42 abgebildeten Schnitten erscheinen darum die beiden Muskeln in besondere Hüllen eingeschlossen. Diese Verhältnisse können als Fingerzeig dafür dienen, wie die Hülle, welche den Occl. post. vom Cölom abschliesst, zu Stande gekommen ist.

Die Körperwand trägt nun fast überall auf ihrer Innenseite eine einfache oder mehrfache Schicht von Muskelfasern. Der Faserverlauf ist im Ganzen genommen ein sagittaler. Am unteren Theile der Vorderwand biegen die Fasern von rechts und links her nach der Medianlinie zu um, darum erscheinen sie auf dem Sagittalschnitt Fig. 41 quergetroffen. Im vorderen Theile der Rückenwand ist diese Musculatur am kräftigsten entwickelt, wie ein Querschnitt etwa in der Mitte zwischen Occl. ant. und post. (Fig 43) zeigt. Die Fasern liegen hier in mehrfacher Lage unter dem Cölomepithel und bilden im Zusammenhange mit ebenfalls mehrschichtigen Faserlagen zu beiden Seiten des dorsalen Mesenteriums einen kräftigen Längsmuskel. An den Seitenwänden des Körpers (Fig. 42) findet sich auch diese der Körperwand

selbst angehörende Muskelfaserlage. Sogar da, wo der untere schiefe Muskel sich enge an die Körperwand anlegt, lässt sie sich noch scharf von den Fasern dieses Muskels abgrenzen.

Die Auffassung der Scheide des Occl. post. als Einstülpung der Körperwand wird durch die Verhältnisse der an ihr vorkommenden Faserlagen bestätigt. Die ganze Innenfläche der Scheide ist von einer Lage von ringförmig verlaufenden Muskelfasern ausgekleidet, die nur an einer kleinen Strecke der Vorderwand fehlen. Dagegen trägt die Vorderwand auf der der Leibeshöhle zugekehrten Seite eine fast ununterbrochene Schicht von Muskelfasern.

Mit der Stützsubstanz der Leibeshöhle steht in Zusammenhang die die Grundlage der Mesenterien, der Ileoparietalbänder etc. bildende Stützsubstanz. Das Genauere darüber findet sich in Abschnitt 7.

Auf die histologischen Verhältnisse der Körperwand gehe ich nicht weiter ein. Diese sind im Wesentlichen dieselben, wie sie jetzt gleich beim Mantel und nachher beim Armapparat ausführlich behandelt werden sollen.

Das äussere Epithel hat denselben Charakter wie auf der Innenfläche des Mantels und auf den Armen, mit Ausschluss der Armrinne. Die Zellen sind bald etwas höher, bald etwas niedriger. Sie tragen Wimpern. Secretzellen kommen, wie auf der Innenfläche des Mantels, im Ganzen nur spärlich vor. In grösserer Menge finden sie sich an der Vorderseite des schnabelförmigen Vorsprungs und in der Umgebung der infraösophagealen Commissur. Die Abschnitte des Epithels, wo im Zusammenhang mit der Einlagerung grösserer Nervenstämme Modificationen aufgetreten sind, werden beim Nervensystem (Abschnitt 9) behandelt werden. Das Cölomepithel wird bei der Leibeshöhle (Abschnitt 7) betrachtet werden.

b) Der Mantel.

So einfach und leicht zu untersuchen und zu verstehen die eigentliche Körperwand ist, so schwierig gestaltet sich die Erforschung des Mantels und besonders seiner Anhänge, der Mantelfortsätze oder Mantelpapillen. Es sind hauptsächlich technische Schwierigkeiten, welche sich der Untersuchung dieser dünnen, durch die Papillen fest mit der Schale verbundenen Membran entgegenstellen. Macerationspräparate sind zwar leicht anzufertigen. Wenn man den Mantel sammt der Schale in die Macerationsflüssigkeit einlegt, so lässt er sich später leicht von der Schale loslösen. Um aber die Mantelpapillen zu untersuchen, sind gute Durchschnitte, besonders auch durch die Randpartie, nothwendig. Solche sind an in der gewöhnlichen Weise entkalkten Thieren kaum zu erhalten, da sich gerade der Rand des Mantels fast stets in unregelmässiger Weise aufrollt. Noch weniger gelingt es dabei, gute und vollständige Längsschnitte durch die Papillen zu erhalten. Nach vielen vergeblichen Versuchen fand ich endlich ein Verfahren, das tadellose Präparate liefert und welches wohl auch für andere Fälle mit Vortheil zu verwenden sein wird. Darum will ich dasselbe hier kurz angeben.

Die ganzen, nicht entkalkten Thiere werden in Celloidin eingebettet, und zwar muss das Celloidin recht fest werden. Dann wird die Aussenseite der Schale von Celloidin gereinigt, was sehr leicht geht, und in diesem Zustande wird entkalkt und zwar am besten mit 1-proc. Salzsäure oder 1-proc. Essigsäure. Chromsäure oder Salpetersäure oder Gemische beider, die sonst recht gute Dienste leisten, lassen sich nicht anwenden, da die Präparate nach einer solchen Behandlung, auch bei längerem Auswaschen, sich schlecht färben. Nachdem der Kalk vollständig aufgelöst ist, wird sehr sorgfältig ausgewaschen; ich setzte dem Wasser eine Spur Ammoniak zu. Darnach werden die Präparate aufs neue in Celloidin eingebettet. Man hat dazu nur nöthig, die Stücke aus 70-proc. Alkohol, in welchem sie 1—2 Tage verweilten, etwa für eine halbe Stunde in Alk. abs. zu legen und dann in einem Schälchen mit dicker Celloidinlösung zu übergiessen und in der gewöhnlichen Weise weiter zu behandeln. Man kann dann, wenn die Einbettung gut

ist, Schnitte von 7 μ erhalten. Diese werden auf dem Objectträger gefärbt. Auf diese Weise bleibt nicht nur der ganze Mantel in seiner natürlichen Lage erhalten, sondern vielfach erhalten sich auch die Fortsätze desselben bis in ihre feinsten Verzweigungen. Auch die Structur der organischen Grundlage der Schale kommt so am besten zur Anschauung.

Ich habe dieses Verfahren auch bei dem noch viel zarteren Mantel der Waldheimien und anderer Arten mit bestem Erfolge verwandt und hoffe, dass es sich auch in anderen ähnlichen Fällen bewähren wird.

In diesem Capitel soll nur der Bau der Grundsubstanz des Mantels und seiner Epithelien behandelt werden. Die Mantelsinus, als Fortsätze der Leibeshöhle finden ihre Stelle bei dieser in Abschnitt 7.

Ich nenne die der Schale anliegende Seite des Mantels die Schalenseite oder Aussenseite, die andere der Mantelhöhle zugekehrte dagegen die Innenseite.

Da der Mantel nichts weiter wie eine Fortsetzung der Körperwand ist, so bildet wie dort die Stützsubstanz seine Grundlage. Wo Fortsätze der Leibeshöhle, Sinus, im Mantel liegen, bildet die Grundsubstanz eine äussere, der Schale anliegende und eine innere, nach der Mantelhöhle zu liegende Lamelle (Fig. 28); an den Stellen, welche keine Sinus enthalten, ist die Stützsubstanzlamelle einfach. Wenn man den ganzen Mantel als Duplicatur der Körperwand auffassen will, so kann man sich vorstellen, dass hier die beiden Lamellen mit einander verschmolzen sind. Ob die einfachen Mantelheile wirklich so zu Stande kommen, müssen darauf gerichtete entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen entscheiden. Wie ich unten zeigen werde, lassen sich auch manche histologische Befunde für diese Ansicht verwerthen.

Sowohl auf der Schalenseite wie auf der Innenseite wird die Mantellamelle von einem einschichtigen Epithel überzogen. Das der Innenseite ist ganz einfach, das der Schalenseite dagegen besonders durch Bildung der Mantelpapillen mannigfach modificirt. Da, wie schon oben bemerkt, das der Schale anliegende Epithel der eigentlichen Körperwand sich ebenso verhält wie das der Schalenseite des Mantels, so wird dies auch hier behandelt werden.

Was nun zunächst die Stützsubstanz des Mantels anlangt[1]), so ist dieselbe ein zartes, aber doch, wie die Stützsubstanz überhaupt, gegen die verschiedenen Reagentien recht widerstandsfähiges Häutchen.

In die meist homogen erscheinende Grundsubstanz sind verschiedene Zellen und Fibrillen eingelagert (Fig. 36—40). Untersuchen wir zuerst eine Stelle der Stützsubstanz zwischen den Enden der Mantelsinus (Fig. 36), so unterscheiden wir leicht zweierlei Zellen. Die meisten derselben sind sternförmig verästelt und durch ihre, oft bis zu Fädchen von unmessbarer Feinheit sich ausziehenden Fortsätze mit einander im Zusammenhang, so dass sie ein vollständiges Zellnetz bilden. Sie haben einen rundlichen Kern und enthalten in ihrem Plasma ein oder mehrere grössere gelbliche, stark lichtbrechende Körperchen und eine grössere Zahl ähnlicher, sehr kleiner Körnchen. Von diesen unterscheidet man leicht andere, in geringerer Zahl vorkommende, langgestreckt-spindelförmige Zellen, die, in den verschiedensten Richtungen verlaufend, auch zum Theil mit einander zusammenhängen. Entsprechend der langen, schmalen Gestalt dieser Zellen ist auch ihr Kern sehr langgestreckt, stäbchenförmig. Auch diese Zellen enthalten dieselben gelblichen Körnchen. Ich kann hier gleich darauf hinweisen, dass wir solche wieder in den Zellen des Cölomepithels in grosser Verbreitung antreffen werden. Die sternförmigen Zellen liegen in einer der Aussenseite des Mantels genäherten Schicht.

Gehen wir nun etwas mehr nach dem Rande zu und untersuchen die Stützsubstanz des Mantels eine kurze Strecke vor den Enden der Mantelsinus, so ergiebt sich das Bild, das in Fig. 37 dargestellt ist. Die

1) Das Nachfolgende bezieht sich, wenn nicht anders bemerkt, auf den dorsalen Mantel, weil dieser der Untersuchung leichter zugänglich ist. Uebrigens findet sich im Bau des ventralen Mantels keine irgendwie wichtige Abweichung.

sternförmigen Zellen finden sich in der gleichen Weise wieder — in der Figur sind nur einzelne eingezeichnet — die schlanken Zellen dagegen sind viel zahlreicher geworden, sind gruppenweise zusammengelagert und haben feinste Fibrillen ausgeschieden. Während an der vorhin betrachteten Stelle die spindelförmigen Zellen nach den verschiedensten Richtungen verlaufen, macht sich hier schon eine regelmässige Anordnung geltend. Im grossen und ganzen ziehen sie alle nach dem Rande zu.

Gehen wir noch mehr nach dem Rande (Fig. 38), so sind diese schlanken Zellen noch zahlreicher, der Zellkörper tritt gegen die ansehnliche Fibrille ganz zurück, und die annähernd zum Rande senkrechte Richtung der Fibrillen ist noch deutlicher.

Was sind nun diese Fibrillen? Muskeln oder Bindegewebsfasern?

Ich bin aus verschiedenen Gründen dazu gekommen, sie für Muskelfasern zu halten. Man sieht bei conservirten Thieren den Mantelrand häufig von der Schale losgerissen und zusammengezogen, wie man dies auch bei abgetödteten Muscheln oft beobachtet. Oefter habe ich die Fasern am Rande streckenweise regelmässig geschlängelt beobachtet. Vielleicht ist diese Schlängelung der Ausdruck eines Contractionszustandes.

Die Fasern verhalten sich gegen Eosin und Indigocarmin wie alle Muskelfasern. Ich will zwar darauf keinen allzu grossen Werth legen, obwohl die Indigocarminfärbung im ganzen ein recht sicheres Mittel zur Erkennung von Muskelfasern ist.

Es giebt aber noch bessere Gründe für meine Ansicht. Zunächst stimmen die Fasern nach Aussehen und Lagerung ganz mit denen überein, welche bei den übrigen Brachiopoden, deren Mantelrand Borsten trägt, an die Borstentaschen ziehen und wohl als Muskelfasern die Bewegung der Borsten besorgen. Dann stimmen sie in ihrer ganzen Beschaffenheit mit den Muskelzellen überein, die wir an den verschiedensten Stellen des Cölomepithels, besonders in den Armsinus wieder treffen werden. Und für vom Cölomepithel abstammende Muskelzellen halte ich sie auch. Wenn wir den Mantel als eine Duplicatur der Körperwand betrachten, so muss er ursprünglich an Stelle der einzelnen Kanäle, welche die Mantelsinus des ausgebildeten Thieres darstellen, einen weiten, mit der Leibeshöhle zusammenhängenden Hohlraum enthalten haben, welcher innen vom Cölomepithel, dessen Zellen überall Muskelfasern erzeugen können, ausgekleidet waren.

Dadurch, dass die beiden Lamellen der Mantelduplicatur an gewissen Stellen mit einander verwachsen, kommt es zur Ausbildung der einzelnen von einander getrennten Mantelsinus, und an den Verwachsungsstellen, also zwischen den Sinus, müssen dann die Cölomepithelzellen in die, eben durch die Verwachsung eine einfache Lamelle bildende Stützsubstanz eingelagert erscheinen. Sind diese Zellen wirklich auf diese Weise in die Grundsubstanz gekommene Abkömmlinge des Cölomepithels, so können sie nur zwischen den Mantelsinus vorkommen, da, wo die Stützsubstanz eine durch Verwachsung einfache Lamelle bildet. In der Stützsubstanz, welche die Mantelsinus von oben und unten begrenzt und das Cölomepithel auf ihrer Innenseite zur Auskleidung des Hohlraumes trägt, dürfen sie sich nicht finden. Dies ist auch thatsächlich der Fall. Im Stützgewebe sowohl der äusseren wie der inneren Wand der Mantelsinus fehlen die spindelförmigen Zellen, welche Fibrillen bilden und welche ich eben für Abkömmlinge des Cölomepithels halte. Wie Fig. 40 zeigt, finden sich in diesen Theilen der Stützsubstanz nur die sternförmigen Zellen, welche der Stützsubstanz eigenthümlich sind. Die Muskelfasern, welche man in der Figur bemerkt, liegen der Innenseite der Stützsubstanz an, dicht unter dem Cölomepithel. Auf diese Muskelfasern werde ich bei der Leibeshöhle noch einmal zurückkommen.

Dass eine Einlagerung von dem Cölomepithel entstammenden Muskelfasern in die einfache — nach meiner Ansicht durch Verwachsung entstandene Mantellamelle — stattfinden kann, wird wahrscheinlich ge-

macht durch Bilder, die man oft an der Seite der Mantelsinus beobachtet (Fig 39*). Man sieht hier die Fasern aus dem Sinus heraus eine Strecke weit in die Stützsubstanz eindringen. An gewöhnlichen Präparaten macht es ganz den Eindruck, als seien sie vollständig dicht von der Stützsubstanz umlagert. Bei Injectionen unter einem Drucke von etwa 25—26 cm Quecksilber dringt die Masse längs der Fasern ein, so dass also wohl doch in der Umgebung derselben noch ein feiner Spaltraum besteht. Jedenfalls ist aber bis zur vollständigen Einlagerung nur ein Schritt.

Nach dem Gesagten scheint es mir also nicht unwahrscheinlich, dass wir die fraglichen Fibrillen als Muskeln zu betrachten haben. Den endgültigen Beweis für die Richtigkeit meiner Ansicht muss die Entwickelungsgeschichte erbringen.

Auf einige Verhältnisse der Stützsubstanz, die in Fig. 40 hervortreten, will ich hier noch aufmerksam machen. Man sieht, dass die Grundsubstanz fein längsgestreift (Richtung parallel der Längsachse der Sinus) ist. Diese Streifung habe ich nur in der inneren Wand der Mantelsinus beobachtet. Weiter bemerkt man da, wo die dem Cölomepithel der Sinus angehörenden Muskelfasern durch Abpinseln entfernt sind, den Muskelfasern entsprechende, aus feinen Pünktchen zusammengesetzte Linien. Es markiren sich durch diese kleinen Rauhigkeiten wohl die Ansatzstellen der Muskelfasern an die Stützsubstanz. Die Dicke der Stützlamelle beträgt in der Mitte des dorsalen Mantels etwa 8 μ, nach dem Rande zu verdünnt sich dieselbe.

Von den beiden Epithellagen zeigt die innere, der Mantelhöhle zugekehrte das einfachere Verhalten. Wir haben es hier mit einem, die ganze Fläche gleichmässig überziehenden Wimperepithel zu thun, das aus ziemlich niederen Zellen besteht. Von der Fläche betrachtet, sind sie regelmässig polygonal (Fig. 35 a); in Macerationspräparaten und im Schnitt zeigen sie dieselben Eigenthümlichkeiten, auf die schon bei der Körperwand im engeren Sinne hingewiesen wurde und die bei der Betrachtung der Arme genauer erörtert werden sollen.

Das Plasma dieser Zellen enthält dicht gedrängt kleine, glänzende Kügelchen. Jede Zelle trägt eine Wimper. Diese erzeugen einen nach dem Rande zu gerichteten Strom, wie ich mich durch Aufbringen von Tusche bei dem lebenden Thiere überzeugt habe.

Zwischen den Wimperzellen stehen im hinteren Theile des Mantels einzelne Secretzellen. Bei anderen Brachiopoden sind diese zahlreicher.

Zwischen den Füsschen der Epithelzellen liegt ein reiches Netz von Nervenfasern. Man bringt dieses leicht zur Ansicht, wenn man das Epithel, das man bei macerirten Präparaten in grossen Fetzen abziehen kann, wobei die Nervenfasern in Verbindung mit dem Epithel bleiben, von der Unterseite betrachtet (Fig. 35 b). Da und dort (Fig. 35 b *Ggz.*) sieht man zwischen den Füsschen der Epithelzellen grosse, etwa spindelförmige Zellen liegen, von deren beiden Enden feinste Fäserchen ausgehen. Ich halte diese Zellen für bipolare, in den Verlauf der Nervenfasern eingeschaltete Ganglienzellen, nach Analogie mit den Verhältnissen bei den Testicardines, wo gerade im Verlauf der Mantelnerven sehr grosse, bipolare Ganglienzellen vorkommen. Die Mantelnerven sind dort in die Stützsubstanz eingelagert. Dass diese Nervenfasern mit den Epithelzellen in Verbindung stehen, scheint mir wahrscheinlich, liess sich aber nicht beobachten. Falls sich meine Ansicht, dass die oben erwähnten Fasern der Stützlamelle des Mantels Muskeln sind, bestätigt, würden sie auch diese zu versorgen haben.

Complicirter sind die Epithelverhältnisse auf der Aussenseite des Mantels, besonders durch die Bildung der Mantelpapillen. Von den zahlreichen Beobachtern hat Beyer allein bei *Lingula* das äussere Epithel richtig erkannt.

Am leichtesten erkennt man die Beschaffenheit dieses Epithels, wenn man ganz junge Thiere oder Strecken in der Nähe des Mantelrandes bei älteren untersucht. Sehen wir zunächst von den Mantelpapillen ab, so ergiebt sich leicht (Fig. 27, 28, 30b, 31), dass das Epithel aus etwas höheren Zellen, als das der Innenseite besteht, die ganz den gewöhnlichen Typus der ectodermalen Epithelien der Brachiopoden haben, also nach unten etwas, bisweilen sogar stark verjüngt sind, so dass wieder ansehnliche Intercellularräume entstehen.

In der Tiefe zwischen diesen Zellen finden sich kugelförmige oder ellipsoidische Zellen (*Sec.z.*), welche bei älteren Thieren durch ihre weitere Ausbildung das Verständniss des äusseren Mantelepithels recht erschweren. Schon in einzelnen der kleinen Zellen der Figuren 27, 28 sieht man das Plasma ganz erfüllt von stark lichtbrechenden Kügelchen. Allmählich wachsen diese Secretzellen heran, die Secrettröpfchen vermehren und vergrössern sich, so dass dann zwischen den mächtig angeschwollenen Secretzellen die einfachen Epithelzellen nur bei genauer Untersuchung und an guten Präparaten noch zu erkennen sind (Fig. 30a u. 31). Die letzteren haben die typische Beschaffenheit der Ectodermzellen der Brachiopoden behalten. Sie sitzen mit einem langen, schlanken Füsschen der Stützsubstanz auf, nach der Oberfläche zu erweitern sie sich pyramidal und tragen in diesem erweiterten Theil den Kern. Die Secretzellen sind besonders in den mittleren Theilen des Mantels entwickelt, und hier sind die normalen Epithelzellen auf Schnitten nicht leicht klar zu erkennen. Ohne weiteres findet man sie dagegen an Macerationspräparaten des Mantels. Das zur Maceration verwandte Gemisch von Osmium-Essigsäure und Seewasser löst nämlich das Secret der Secretzellen ganz oder zum Theil auf. Pinselt man ein solches Präparat ab, so bleiben nur die normalen Epithelzellen auf der Stützsubstanz stehen, wo sie fester haften, als dem Beobachter oft lieb ist. An einzelnen Stellen sind auch beim erwachsenen Thier die Secretzellen spärlich oder fehlen ganz, was natürlich das Verständniss des Baues sehr erleichtert, so z. B. an den Rändern der Mantelsinus (Fig. 30b, 31) und dann besonders über den Muskelansätzen (Fig. 29). An diesen Stellen findet sich das schönste Cylinderepithel, allerdings in der den Brachiopoden eigenthümlichen Weise ausgebildet, mit ansehnlichen Intercellularräumen. Das Plasma der Zellen ist grobfaserig (senkrecht zur Oberfläche), der Kern liegt den Zellen seitlich an. Diese Zellen erzeugen die aus fein längsstreifigen Prismen aufgebaute Kalksubstanz der Muskelansätze, die schon bei der Schale besprochen wurde. Ein Flächenschnitt (Fig. 29b) durch das Epithel eines Muskelansatzes zeigt die polygonalen, durch weite Zwischenräume getrennten Epithelzellen mit ihren seitlich anliegenden Kernen; ein höher, durch die Prismensubstanz der entkalkten Schale geführter Schnitt (Fig. 29a) giebt ein ähnliches Bild durch die polygonalen Querschnitte der einzelnen Prismen, nur hlen natürlich die Kerne vollständig. Die eigenthümlich modificirten Zellen, die sich in grösserer Menge nur an den Muskelansätzen finden — an den Rändern der Sinus liegen sie auch über den Enden von Muskelfasern (cf. Abschnitt 7) — vermitteln jedenfalls eine festere Verbindung zwischen Stützsubstanz und somit auch den Enden der Muskeln und der Schale. Ich nenne sie darum Haftzellen.

Die eigenthümlichsten Bildungen des Brachiopodenmantels sind die für die ganze Thiergrugpe so charakteristischen Mantelfortsätze oder Mantelpapillen.

So oft dieselben auch schon untersucht sind, so wurde doch ihr Bau noch keineswegs richtig erkannt, und auch über ihre Function sind wir noch ganz im Dunkeln, trotz der verschiedenen Ansichten, die über dieselben im Laufe der Zeiten allmählich geäussert wurden.

Der Umstand, dass diese zarten Gebilde ganz in die kalkige Schale eingelagert sind, erschwert ihre Untersuchung sehr. Es ist ausgezeichnet conservirtes Material und auch dann noch recht vorsichtige Behandlung nöthig. Nach der oben angegebenen Methode bin ich ohne besondere Schwierigkeiten zum Ziele gekommen.

Man studirt die Mantelfortsätze am besten in der Nähe des Randes, weil sie beim Wachsthum hier beständig neu gebildet werden. Wegen der Anordnung derselben in radiäre Reihen trifft man auf günstigen Schnitten stets eine grössere Zahl derselben.

An solchen jüngeren Mantelpapillen lässt sich nun leicht feststellen, dass sie rein epitheliale Bildungen sind; weiter nichts, als einige bedeutend verlängerte Epithelzellen. Sie enthalten keine Spur von einem Hohlraum, wenn dies auch erst von dem neuesten Beobachter der Brachiopoden wieder angegeben und durch schöne, aber vollständig aus der Luft gegriffene Figuren erläutert wurde. Die Fig. 31, 32, 33, 34 machen dies besser klar, als es eine lange Beschreibung vermag. An den Seiten der Papillen findet man die Zellformen, welche den Uebergang zwischen typischen Mantelepithelzellen und den die Papille bildenden Zellen vermitteln.

Die Mantelpapillen von *Crania* haben, wie schon lange bekannt, im Vergleich mit denen anderer Brachiopoden die Eigenthümlichkeit, dass sie sich nach der Oberfläche der Schale zu verästeln. Bei der von mir befolgten Methode der Untersuchung erhalten sich recht oft die äusserst feinen Endverzweigungen in grosser Vollständigkeit. Wie die Fig. 32 b zeigt, erreichen keineswegs alle Endfäden die Oberfläche. Viele dringen als lange, feine Plasmafäden in die Schalensubstanz ein. Wie sich die der Oberfläche zustrebenden Endzweige hier verhalten, lässt sich bei *Crania* wegen der grossen Zartheit dieser Gebilde nicht entscheiden. Ich werde auf diese Frage bei den Testicardinen zurückkommen. Während im Stamme der Papille, besonders in den unteren Theilen, die einzelnen Zellen sich noch ziemlich gut abgrenzen lassen, ist dies in den Verzweigungen nicht mehr möglich. Die sich mehr und mehr verdünnenden Enden der Zellen legen sich wohl so fest an einander, dass keine Grenzen mehr wahrzunehmen sind. Eine feine Längsstreifung glaube ich auch hier öfter bemerkt zu haben.

In den älteren Theilen des Mantels wird die klare Einsicht in das Wesen der Mantelfortsätze durch die Secretzellen getrübt, die bis zu bedeutender Höhe in sie eindringen. Schon bei jungen Papillen beobachtet man häufig in der Basis eine oder mehrere dieser Secretzellen (Fig. 31). Bei älteren (Fig. 33) müssen sich diese verlängern. Man sieht bis weit in den Stamm hinauf die charakteristischen Secretkugeln. Dies kann so weit gehen, dass man den ganzen Stamm von diesen Secretkugeln erfüllt sieht und nur da und dort zwischen denselben noch einen Zellkern bemerkt.

Welche Bedeutung haben nun die Mantelpapillen? Auf die Ansichten anderer Autoren werde ich weiter unten eingehen. Ich halte sie für Organe, die im Wesentlichen der Ernährung der Schale dienen, die diese nicht als ein todtes Secret, sondern als einen lebenden Theil des Thierkörpers erscheinen lassen. Dafür kann man wohl ganz besonders die feinen, in die Schalen eindringenden Fortsätze, die sie bei *Crania* haben, ins Feld führen, die sich am besten mit den Fortsätzen der Knochenzellen vergleichen lassen. Allerdings hat auch diese Auffassung ihre Schwierigkeiten, die ich mir nicht verhehle. Die Rhynchonelliden und andere Familien haben keine Mantelpapillen.

In den älteren Theilen der Schale machen die Mantelpapillen oft einen etwas degenerirten Eindruck, wohl hauptsächlich durch die massenhafte Einlagerung der Secretkugeln. Ob dadurch wirklich ihre Function beeinträchtigt wird, wage ich nicht zu entscheiden.

Ueberhaupt ist die Function der Secretzellen recht unklar. Wir werden denselben in den verschiedensten Regionen des äusseren Epithels wieder begegnen. Ich habe keinen Anhaltspunkt dafür, dass die ihren Körper erfüllenden Kugeln nach aussen entleert, oder dass die ganze Zelle ausgestossen wird. Was die Secretkugeln sind, ist auch schwer zu sagen. Sie sind widerstandsfähig gegen die Reagenzien, besonders auch gegen starke Säuren. Wie schon bemerkt, werden sie dagegen frisch in Osmium-Essigsäure-Seewasser aufgelöst. Sie färben sich intensiv mit Anilinfarben und Indigocarmin.

Eine besondere Besprechung verdient der Mantelrand. Derselbe ist bei *Crania* einfacher gebaut als bei anderen Brachiopoden, hauptsächlich dadurch, dass die sonst allgemein vorkommenden Borsten hier fehlen. Betrachtet man den Rand eines losgelösten Mantels von der Fläche, so sieht man eine Anzahl kurzer, radiär gerichteter Wülste; diese entsprechen den Rinnen im Rande der Schale (cf. Fig. 22). Das Genauere kann man nur auf guten Radiärschnitten feststellen. Wie Fig. 34 zeigt, lässt sowohl auf der Schalenseite als auch auf der Innenseite das Epithel gewisse Veränderungen gegen die übrige Manteloberfläche erkennen. Auf der Schalenseite besteht dasselbe aus sehr langen, schief nach auswärts und oben gerichteten Zellen. Aus diesen gehen die Mantelpapillen hervor, die an dem weiter wachsenden Mantelrande stets neu gebildet werden. Secretzellen fehlen hier noch vollständig, oder sie enthalten wenigstens die charakteristischen Einschlüsse noch nicht. Am äussersten Rande des Mantels ragt das Epithel der Schalenseite über die Stützlamelle hinaus, um die den äussersten Rand der Schale erreichenden, jüngsten Fortsätze zu bilden.

Auch auf der Innenseite ist das Epithel höher, und seine Zellen sind schmäler. Eine kurze Strecke hinter dem äussersten Rande bemerkt man den Querschnitt durch den Ringnerven (*RN*). Die äussersten Zellen sind am meisten verlängert und schief gegen die Schale gerichtet. Hier findet sich eine Cuticula (*C*). Ueber das Verhalten derselben bin ich bei der Schwierigkeit, gute Präparate zu erhalten, nicht vollständig ins Klare gekommen. Nach dem, was ich feststellen konnte, scheint diese Cuticula von der äussersten Zellgruppe erzeugt zu werden. Ich zweifle nicht daran, dass sie das Periostracum darstellt, also sich auf die Schale umchlägt.

Woodward [1]) spricht von Kalkkörpern im Mantel von *Crania*. Ich konnte davon nichts finden und glaube, dass er durch die Secretkörperchen getäuscht wurde.

Die Darstellung, welche Joubin von dem Mantel von *Crania* giebt, ist recht unvollständig. Ausserdem bedürfen seine Angaben vielfacher Verbesserung. Zunächst hat er den interessanten Bau der Stützsubstanz gar nicht studirt. Das Einzige, was er daran gesehen hat, sind die am Rande gelegenen, radiär gerichteten Muskelfasern. Ueber ihre Natur sagt er nichts weiter, als dass er keine Anhaltspunkte dafür habe, dass es Nerven seien. Er hat offenbar überhaupt nicht erkannt, dass sie in der Stützsubstanz liegen. Die Nerven hat er, wie hier gleich bemerkt werden kann, überhaupt nicht gefunden. Am Rande will er einen Ringmuskel bemerkt haben (Taf. VII, Fig. 9). Was dies sein soll, weiss ich nicht, denn der Ringnerv liegt weiter nach innen. Nicht einmal die so leicht erkennbare Natur der Muskelfasern unter dem Cölomepithel der Sinus wurde ihm klar, er hält sie für nach innen vorspringende Rippen der Stützsubstanz!

An dem inneren Epithel des Mantels hat er die Körnchen in den Zellen gesehen, die eigenthümliche Natur der Zellen aber, ihre Füsschen, ebenso das System der Intercellularräume ist ihm entgangen.

Was uns der Autor über die Beschaffenheit des äusseren Mantelepithels und der Mantelpapillen mittheilt, ist lediglich das Product von schlechten Präparaten und einer guten Phantasie. Für den, welcher das Object kennt, klingt es etwas merkwürdig, wenn er sagt: »La figure 7, pl. VII, est une image exacte d'un de ces points« (nämlich wo der Bau besonders klar hervortreten soll). Er bildet dabei an Stelle des äusseren Epithels ein aus vielen, etwa cubischen Zellen bestehendes Netzwerk ab, mit dessen Hohlräumen die ansehnlichen, cylindrischen Hohlräume der Mantelfortsätze in Verbindung stehen sollen! Die Mantelfortsätze sind nach ihm Röhren, deren Wand aus dem schönsten Cylinderepithel besteht! Wie ich oben gezeigt habe, ist das äussere Epithel ein einschichtiges, das seinen eigenthümlichen und etwas schwer zu

1) Proceed. Zool. Soc., 1856, p. 368.

entziffernden Charakter durch die grosse Masse der Secretzellen erhält, und die Mantelpapillen enthalten keinen Hohlraum, sondern bestehen aus mehreren, stark verlängerten Epithelzellen.

Auch das äusserst klare Epithel über den Muskelansätzen ist ihm entgangen. Er sagt, dass das Epithel hier entweder fehle oder nach van Bemmelen in die Muskeln selbst umgewandelt sei. van Bemmelen denkt aber nicht daran, die Muskeln aus dem äusseren Epithel des Mantels hervorgehen zu lassen, sondern er nimmt eine Entstehung aus dem Cölomepithel an, was gewiss richtig ist.

Joubin hat an Querschnitten durch das Ende der Muskeln eine polygonale Felderung gesehen und abgebildet, konnte aber keine Kerne finden. Er hat eben einfach Schnitte durch die Prismensubstanz der Schale gesehen, das darunter liegende Epithel mit recht deutlichen Kernen hat er nicht bemerkt. (Vergl. dazu meine Fig. 29a u. b.)

Von den übrigen neueren Beobachtern ist van Bemmelen entschieden am weitesten gekommen. Ich werde auf seine Befunde bei Behandlung der Testicardines genauer einzugehen haben. Hier mag nur hervorgehoben werden, dass er den Bau der Stützsubstanz im ganzen richtig erkannte. Er sah die Zellnetze in der Stützsubstanz und erklärt sie für Bindegewebszellen. Ich kann hier gleich einen Punkt, über welchen van Bemmelen nicht ganz ins Klare kam, erledigen. Er sah im Mantel der Testicardinen die ganze Netze bildenden, Secretkörperchen führenden Bindegewebszellen, erkannte sie aber nicht als solche, obwohl er sagt, dass sie besonders bei *Terebratulina* den Eindruck von Zellen machen. Es sind thatsächlich Zellen, welche ganz vollgefropft sind mit den Secretkörperchen, welche bei *Crania* nur spärlich vorkommen. Carpenter (3) sagte schon ganz richtig, dass ihn diese Körperchen an Drüsensecretionen erinnerten.

Zu einer genaueren Erkenntniss der Epithelien, besonders des äusseren Epithels und der Mantelpapillen, war van Bemmelen's Material nicht genügend. Er hat aber doch an dem inneren Epithel schon Andeutungen der Füsschen gesehen und abgebildet (Taf. VII, Fig. 1, 2). Im Flächenbild hat er das bei den Testicardines einfache äussere Epithel des Mantels beobachtet, aber keine Kerne gefunden und glaubt darum, in der polygonalen Felderung nur Abdrücke der Basen der Kalkprismen sehen zu müssen. Die Polygone sind, wie ich hier vorläufig bemerken kann, wirkliche Zellen, die nach oben zu die Kalkprismen abscheiden.

Der Bau der Mantelpapillen wurde ihm nicht klar, dagegen hebt er ganz richtig hervor, dass sie nicht mit den Mantelsinus in Verbindung stehen. Er hat ihre Reihenstellung beobachtet und erkannt, dass nur am Rande neue Papillen gebildet werden.

Shipley bringt über den Bau des Mantels nichts Neues. In Betreff der Mantelfortsätze fällt er in den alten Irrthum zurück, dass sie Schläuche seien, welche mit Blutgefässen in Verbindung stehen. Die in ihnen enthaltenen Secretkörperchen hält er für Blutkörperchen.

Vogt und Yung fanden im Mantel das durch van Bemmelen glücklich beseitigte Lacunensystem wieder und wollen sogar einen Ringsinus beobachtet haben. Den Randnerven halten sie für einen Muskel. Es ist gewissermaassen eine Ironie des Schicksals, dass sie ein Lacunensystem gerade da beobachtet haben, wo keines besteht, das wahre Gefässsystem dagegen leugnen.

Auf die verschiedenen Ansichten der älteren Beobachter über den Bau des Mantels und besonders der Mantelpapillen, ebenso auf die verschiedenen Functionen, welche diesen Organen zugeschrieben wurden, kann ich hier nicht näher eingehen, ich werde bei Behandlung der Formen, an welchen diese Forscher arbeiteten, ihre Resultate näher betrachten.

Der sonst so scharfsichtige Hancock hat den Bau der Körperwand und des Mantels viel complicirter dargestellt, als er in Wirklichkeit ist. Er wurde dazu verführt durch den Irrthum, dass er die Zell-

netze in der Bindesubstanz für ein Lacunennetz des Blutgefässsystems hielt. Diese falsche Vorstellung hat ihn auch noch bei anderen Organen in der Deutung des Beobachteten irren lassen. van Bemmelen hat schon diesen verhängnissvollen Irrthum Hancock's aufgedeckt, und ich stimme ihm, was Mantel und Körperwand anlangt, vollständig bei.

Abschnitt 4. **Das Muskelsystem.**

Das Muskelsystem ist derjenige Theil der Anatomie von *Crania*, welchen Joubin am richtigsten dargestellt hat. Trotzdem bleibt auch hier, wie das Folgende zeigen wird, eine Nachlese nicht ohne einige zum Theil bemerkenswerthe Resultate.

Ich betrachte in diesem Abschnitt nur die grossen, zur Bewegung der dorsalen Schale dienenden Muskeln nebst einigen anderen selbständigen Muskeln, mit Ausnahme derjenigen, die in den kleinen Armsinus eingelagert sind, welche bei der Betrachtung des Armapparates besprochen werden. Die der Leibeswand angehörende Muskellage ist schon behandelt; die Muskeln der Mesenterien, des Darmes etc. finden ihre Stelle bei diesen Organen.

Die selbständigen Muskeln von *Crania* sind alle paarig. Eine Eigenthümlichkeit, welche *Crania* mit den anderen Ecardines, *Lingula* und *Discina*, gemeinsam hat, besteht darin, dass an den Muskeln keine aus der Stützsubstanz der Leibeswand hervorgegangenen Sehnen vorkommen, wie sie sich bei den Testicardinen in weiter Verbreitung finden. Die Muskeln sind darum im Allgemeinen ihrer ganzen Länge nach gleichdick und bestehen aus langen, einander parallel verlaufenden Muskelfasern, welche durch spärliches Bindegewebe zusammengehalten werden.

Die allgemeine Anordnung der Muskeln ergiebt sich aus der schematischen Abbildung, Fig. 9. Das Genauere zeigen dann die Fig. 5, 6, 7.

In den vorderen Ecken des Körpers liegen die Occlusores anteriores (adducteurs antérieurs, Joubin), in den hinteren die Occlusores posteriores, beide entspringen in der ventralen und inseriren in der dorsalen Schale. Ein Paar schiefer Muskeln entspringt von dem Knopf der ventralen Schale und inserirt in der dorsalen Schale lateral von den Occlusores post. Ich nenne sie Obliqui superiores (protracteurs de la valve dorsale, Joubin). Mit ihnen kreuzen sich etwa in der Mitte der lateralen Körperwand die in der Ventralschale, an der Aussenseite der Occl. post. entspringenden und in die vor den Occl. ant. gelegenen Theile der Körperwand ausstrahlenden Obliqui inferiores.

Die vier genannten Paare von Muskeln sind die ansehnlichsten. Zu ihnen kommen noch drei andere, unansehnliche Paare, nebst einem äusserlich zwar unpaar erscheinenden, in Wirklichkeit aber ebenfalls paarigen Muskel. Das erste Paar dieser kleineren Muskeln sind die Protractores brachiorum (protracteurs des bras, Joubin), das zweite die Retractores brachiorum (rétracteurs des bras, Joubin), das dritte die am Vorderende der Insertion der Occl. ant. in der dorsalen Schale entspringenden Levatores brachiorum. Endlich gehört noch hierher der Levator ani (muscle impair, Joubin), am Hinterrande der dorsalen Schale in der Medianlinie vom inneren Rande der Lippe entspringend und oberhalb des Afters endend.

Ehe wir zur genaueren Betrachtung der einzelnen Muskeln übergehen, ist noch Einiges über den histologischen Bau derselben zu berichten. Alle diese Muskeln sind aus glatten Fasern, denen die Kerne mit einem kleinen Plasmarest seitlich anliegen, zusammengesetzt (Fig. 44a). Die contractile Substanz besteht aus Fibrillen, was sich in einer deutlichen Längsstreifung ausspricht. Bei der Betrachtung macerirter Muskeln glaubt man bei schwacher Vergrösserung öfter eine Querstreifung zu erkennen. Starke Systeme zeigen jedoch (Fig. 44b), dass diese Querstreifung nur durch eine regelmässige Knickung der Fibrillen

vorgetäuscht wird. Betrachtet man einen Muskel im Querschnitt (Fig. 45), so erscheinen die einzelnen Fasern unregelmässig polygonal. Sie werden durch spärliches Bindegewebe zu Bündeln verbunden. Eine den ganzen Muskel umgebende (fascienartige) Bindegewebshülle konnte ich nicht wahrnehmen.

An einzelnen Muskeln, z. B. an dem Occl. ant., dem Obl. sup., fällt schon bei Lupenvergrösserung ein etwa senkrecht oder wenig schief zur Faserrichtung verlaufender Streifen auf, der bei dem Occl. ant. an der Grenze des oberen und mittleren Drittels, bei dem Obl. sup. zwischen mittlerem und hinterem Drittel gelegen ist. Dieser äusserlich wahrnehmbare Streifen wird hervorgerufen durch eine, den Muskel in seiner ganzen Dicke durchsetzende Platte der Stützsubstanz, in welcher sich die den Muskel versorgenden Nerven ausbreiten. Diese Platte (Fig. 48, 49) hängt mit dem Stützgewebe der Körperwand zusammen; sie ist siebartig durchbrochen, und durch die Oeffnungen hindurch treten die Muskelfasern, zum Theil heften sie sich auch an der Platte an. Da, wo die Platte mit der Stützsubstanz des Körpers zusammenhängt, sieht man von dem auf der Aussenseite der Stützsubstanz, im Epithel liegenden unteren Ganglion ein Stämmchen *N* eintreten, welches sich dann in der Substanz der Platte verbreitet. Genaueres über den Zutritt einzelner Nervenfädchen zu den Muskelfasern konnte ich nicht feststellen. Es würde dies an zweckentsprechend behandeltem Material wohl leicht gelingen. Durch diese Verhältnisse würden sich die Brachiopoden vorzüglich zum Studium der Innervirung der glatten Muskelzelle eignen. Besonders *Lingula* mit ihren massigen Muskeln, die eine schon mit blossem Auge wahrnehmbare Nervenplatte haben, wäre dafür vorzüglich. Auf die Verhältnisse bei *Lingula* komme ich unten noch einmal zu sprechen.

Die Betrachtung der einzelnen Muskeln beginnen wir mit den Occlusores anteriores. Schon aus der Vergleichung des Ursprungs und der Insertion derselben in der ventralen resp. dorsalen Schale ergiebt sich, dass die beiden Muskeln nach oben etwas divergiren müssen.

Der Querschnitt des Muskels ist etwa bohnenförmig (Fig. 5, 6, 7). In Fig. 16 ist die centrale Fasermasse durch eine feine Linie umschrieben. Auf Querschnitten lässt sich auch eine dementsprechende Verschiedenheit erkennen. Der centrale Theil macht einen mehr lockeren Eindruck; die Fasern stehen nicht so dicht wie in den peripheren Partien. Bei der Präparation unter der Lupe fällt schon auf, dass der Muskel mit seiner vorderen Fläche fest an der vorderen Körperwand angeheftet ist. Dies kommt daher, dass hier der Nerv eintritt und dass im Zusammenhang damit das Stützgewebe zur Bildung der Nervenplatte in den Muskel eindringt, wodurch eben die feste Verbindung hervorgebracht wird. Oberflächlich markirt sich diese Nervenplatte sehr deutlich (Fig. 7).

Im engsten Zusammenhang mit dem Occl. ant. steht ein anderer Muskel, der Levator brachii, dessen Ursprung sich bei der Betrachtung eines Thieres von der dorsalen Seite (Fig. 5, 7), am Vorderrande des Occl. ant. deutlich abhebt. Dieser Muskel, der wohl nur einen, etwas selbständiger gewordenen Theil des Occlusors vorstellt, zieht schräg nach vorn und abwärts und inserirt in einer, in die hier mächtig entwickelte Stützsubstanz gegen den kleinen Armsinus zu eindringenden Höhle, welche eine Ausbuchtung der Leibeshöhle darstellt (Fig. 7, 56, 57).

Diese den Muskel anfnehmende Höhle ist gegen den kleinen Armsinus ganz abgeschlossen. Es gehen keine Fasern dieses Muskels durch die Scheidewand hindurch. Die im kleinen Armsinus vorkommenden Muskeln gehören diesem selbst an. In die aus Stützgewebe gebildete Scheidewand, welche den kleinen Armsinus von der den Levator brach. aufnehmenden, mit der Leibeshöhle zusammenhängenden Tasche scheidet, treten von dem unteren Ganglion und dem aufsteigenden Aste her Nerven ein, welche theils den Lev. brach. versorgen, theils wohl auch zu den Muskeln des Sinus gehen (Fig. 56, 57). Die Nervenästchen lassen sich sehr gut an Präparaten verfolgen, an welchen der kleine Armsinus mit Berliner Blau injicirt wurde. Die Flüssigkeit dringt schon bei mässigem Drucke (10 cm Quecksilber) in die Nerven-

kanäle ein, so dass sie intensiv blau gefärbt sind. Durch die Kanäle hindurch gelangt die Masse in das untere Ganglion und den aufsteigenden Ast, so dass auch diese eine Strecke weit blau gefärbt werden. Im weiteren Verlauf erhält der Armmuskel seine Nerven von dem unteren Armnerven. (Vergl. Abschnitt 5.)

Ueber die Beschaffenheit der von den Nervenstämmchen durchsetzten Scheidewand muss ich hier noch ein Wort sagen. Man könnte leicht auf die Idee kommen, dass sie nichts weiter sei, als die Nervenplatte des Armmuskels, welcher dann also doch, wie Joubin glaubt, aus der Leibeshöhle direct in den kleinen Armsinus eindringen würde. Dies ist aber nicht der Fall, wie schon daraus hervorgeht, dass die Muskelfasern die Scheidewand nicht durchsetzen. Auch die Art der Nervenverzweigung in der Scheidewand spricht gegen diese Deutung. Ferner zeigt die Betrachtung anderer Brachiopoden zur Genüge, dass eine solche Ansicht nicht zulässig ist. Ihnen fehlt der Levator brachii, und die Musculatur des kleinen Armsinus ist trotzdem vorhanden, so dass also kein Zweifel darüber bestehen kann, dass diese Musculatur dem Sinus selbst angehört.

An den äusseren Rand der Insertion des Occl. ant. in der dorsalen Schale schliesst sich ein weiterer kleiner Muskel an (Fig. 5—7, 9, 10 *retr. br.*), den Joubin rétracteur du bras, ich dementsprechend Retractor brachii genannt habe. Ob er die damit ausgedrückte Function hat, scheint mir mehr als zweifelhaft, wie das Folgende ergiebt. Schon bei sorgfältiger Betrachtung mit der Lupe sieht man, dass dieser Muskel sich etwas anders verhält als die übrigen. Er hat nicht den eigenthümlichen Seidenglanz, ist viel starrer und lässt sich mit der Nadel nicht zerfasern. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass der Retr. brachii überhaupt kein Muskel im gewöhnlichen Sinne ist. Fig. 46 zeigt einen Schnitt durch ihn, welcher, parallel zur Medianebene, den Muskel annähernd quer getroffen hat. In der bedeutend entwickelten Stützsubstanz sind eine Anzahl Hohlräume — der Ausdruck von in der Längsachse des fraglichen Gebildes verlaufenden Kanälen. Untersucht man einen mehr nach der Medianebene zu gelegenen Schnitt, so sieht man diese Kanäle zu einem gemeinschaftlichen Hohlraum zusammenfliessen, welcher vor dem Occl. ant. und am lateralen Rande des Lev. brach. mit der Leibeshöhle in Verbindung steht. Das Cölomepithel, das dieses Hohlraumsystem auskleidet, hat Muskelfasern entwickelt, die ungefähr in der Längsrichtung der Kanäle und somit auch des ganzen Organes verlaufen (Fig. 46 *M*). Was also bei äusserer Untersuchung leicht als Muskel angesehen wird, ist nichts weiter als ein eigenthümliches Divertikel der Leibeshöhle, in welchem durch Lamellenbildung der Stützsubstanz eine Oberflächenvergrösserung stattgefunden hat, so dass eine grössere Zahl von Muskelfasern zur Entwickelung kommen konnte. Wenn also der Retr. brach. in seinem inneren Bau sich ganz anders verhält wie die übrigen Muskeln, so hat er doch auch manches mit ihnen gemeinsam, so den Ansatz in der Schale, welcher ebenso wie die Ansätze typischer Muskeln aus Prismensubstanz gebildet ist. Dementsprechend zeigt das Epithel der Schalenseite des Mantels über dem Retr. brach. auch dieselben Modificationen, wie über den typischen Muskelansätzen. Die Zellen sind zu Haftzellen umgebildet. (Vergl. dazu den vorhergehenden Abschnitt.)

Ueber die Protractores brachiorum ist nicht viel zu sagen. Sie sind rings von der Stützsubstanz umgeben. Der sie enthaltende Hohlraum ist gegen die Leibeshöhle zu abgeschlossen.

Die Occlusores posteriores divergiren auch von der ventralen nach der dorsalen Seite zu etwas. Ihre Fasern sind an der der Leibeshöhle zugekehrten, medialen Fläche am höchsten, werden nach dem Hinterrande und dem Seitenrande zu kürzer, so dass Ursprung und Insertionsfläche unter einem spitzen Winkel gegen einander geneigt sind. Eigenthümlich für diese Muskeln ist die Hülle, welche die Leibeswand um sie bildet (Fig. 10, 42).

Die Beschaffenheit dieser Hülle wurde schon oben besprochen. Der den Muskel enthaltende Hohlraum ist nicht nur durch das ihn auskleidende Epithel, sondern auch durch seinen Inhalt an amöboiden

Zellen, wie sie in der Leibeshöhlenflüssigkeit vorkommen, als Abschnitt des Cöloms zu erkennen. Die Innervirung des Occl. post. findet in anderer Weise statt als bei dem Occl. ant. Man findet keine Nervenplatte, was daher kommt, dass die Nerven an der Ursprungs- und Insertionsfläche eintreten und zwar hinter dem Ursprung des Obl. inf. und der Insertion des Obl. sup. von den unteren und oberen Seitennerven her.

Die Obliqui superiores sind die längsten Muskeln im Körper von *Crania*. Sie verlaufen von ihrem Ursprung an der seitlichen und hinteren Fläche des Knopfes der Ventralschale in ungefähr S-förmiger Krümmung nach der in der Dorsalschale, lateral von der Insertion des Occl. post. gelegenen Insertion (Fig. 5, 6, 7). Der untere Theil jedes Muskels schmiegt sich an die Rückenfläche des Occl. ant. der entsprechenden Seite an. An der seitlichen Körperwand wendet er sich in die Höhe, läuft über den unteren schiefen Muskel weg, biegt dann nach hinten um und verläuft dann weiter bis zu einer Insertion in einer Ausbuchtung der Leibeshöhle, welche medial von der Scheide des Occl. post. begrenzt wird (Fig. 10, 42).

Wo er den unteren schiefen Muskel kreuzt, liegt die Nervenplatte; hier ist also der Muskel fest mit der Körperwand verbunden (Fig. 7). Während der obere schiefe Muskel mit den Occlusoren zusammen die Bewegung der freien, dorsalen Schale vermittelt, haben die unteren schiefen Muskeln damit nichts zu thun. Diese entspringen in der ventralen Schale, lateral von den Occlusoren. Es ist für sie keine so deutliche Ansatzfläche entwickelt, wie für die übrigen Muskeln. Nur selten kann man in der Schale eine Andeutung einer solchen erkennen. Auf Schnitten durch entkalkte Thiere lässt sich aber doch spärliche Prismensubstanz nachweisen, und dementsprechend ist das äussere Epithel des Mantels auch in der bekannten Weise zu Haftzellen umgewandelt.

Der Muskel läuft an der Seite des Occl. post. nach vorn und ist hier auch in ein Divertikel der Leibeshöhle eingeschlossen (Fig. 10, 42), welches wie das entsprechende, aber umfangreichere für den Obl. sup., medial von der Scheide des Occl. gebildet wird. Der die beiden schiefen Muskeln in Fig. 10 u. 42 noch trennende Zwischenraum verringert sich allmählich, bis in der Gegend, wo die Nervenplatte des Occl. sup. liegt, beide zur Berührung kommen. Auf der letzten Strecke bis dahin sind die beiden Muskeln nur durch ein dünnes Septum getrennt, das schon bei der Leibeswand erwähnt wurde. (Vergl. Fig. 11, 12.)

Von der Berührungsstelle mit dem Obl. sup. aus zieht der untere schiefe Muskel unter dem oberen hindurch, weiter an der lateralen Körperwand nach vorn. Dabei wird der Querschnitt des Muskels, welcher im hinteren Theil rundlich ist (Fig. 10), allmählich lang elliptisch (Fig. 14, 15). Der Muskel flacht sich also ab. Er zieht an der äusseren Kante des Occl. ant. vorbei, seine Fasern wenden sich etwas nach der Rückenseite zu und endigen hier in der Körperwand. Die Innervirung habe ich nicht ermittelt.

Schliesslich bleibt noch einiges über den Levator ani zu sagen. Dorsal von dem After, in der Medianebene bildet die Leibeswand eine Ausstülpung, welche aber durch Stützsubstanz gegen die Leibeshöhle abgeschlossen ist (Fig. 16). Diese Ausstülpung zieht gegen den inneren Rand der Lippe am Hinterrande der Dorsalschale (Fig. 16, 3). Der Hohlraum dieser Tasche ist durch ein Septum, das man wohl als Fortsetzung des dorsalen Mesenterium betrachten kann, in zwei Kammern getheilt (vergl. den Querschnitt, Fig. 47). In beiden Kammern sind nun reichlich Längsmuskelfasern entwickelt.

Was die Literatur über die Muskeln von *Crania* betrifft, so kann ich mich fast ganz auf die Angaben von Joubin beschränken. Die Muskelansätze allerdings sind bei den recenten und bei fossilen Cranien vielfach untersucht worden. Von den Muskelverhältnissen habe ich zwei Darstellungen in den mir zugänglichen Werken gefunden, die eine, von Woodward herrührend, bei Davidson (1), die andere von Hancock, ebenfalls bei Davidson (2). Die Abbildungen des ersteren geben die Muskelansätze im Ganzen richtig wieder, die letzteren stellen auch den Verlauf der Muskeln im Körper dar, aber ziemlich roh und in mancher Beziehung nicht ganz richtig. Bei der geradezu staunenswerthen Genauigkeit, welche die

übrigen Brachiopodenuntersuchungen Hancock's auszeichnet, kann ich mir dies nur dadurch erklären, dass er von *Crania* ganz ungenügendes Material hatte. Joubin hat die Muskelverhältnisse im Allgemeinen richtig dargestellt. Er hebt den schon oben erwähnten Unterschied zwischen den Muskeln der Ecardines und Testicardines hervor, was übrigens Hancock schon 25 Jahre vorher gethan hatte. Darauf, dass er die Modificationen des Mantelepithels an den Muskelursprüngen und Insertionen nicht richtig erkannte, habe ich im vorigen Abschnitt schon hingewiesen. Die Nervenplatten, welche bei *Crania* leicht zu sehen, bei *Discina* und *Lingula* geradezu auffallend sind, entgiengen ebenfalls seiner Aufmerksamkeit. Bei den beiden letzteren Arten durchsetzen die Muskelnerven als weisse Stränge auf grosse Strecken die Leibeshöhle. Hancock hat sie bei *Lingula* gesehen und gut dargestellt (vergl. bes. T. LXV, Fig. 2); er hielt sie aber für Blutgefässe, während Owen sie schon richtig als Nerven erkannt hatte. Eine eingehende Darstellung dieser Verhältnisse werde ich in der nächsten Abhandlung geben.

Die beiden Bündel, welche Joubin im Occl. ant. beschreibt, konnte ich bei den von mir untersuchten Thieren nicht erkennen. Joubin giebt an, dass das dritte Bündel, welches er am Occl. ant. unterscheidet, mein Lev. brach., in den kleinen Armsinus eindringe; dies ist durchaus nicht der Fall, wie man sich bei Präparation unter der Lupe und mit absoluter Sicherheit auf Schnitten überzeugt. Keine einzige Faser dringt in den kleinen Armsinus ein.

Ueber den eigenthümlichen und von allen anderen Muskeln abweichenden Bau des Retr. brach. erfahren wir von ihm auch nichts. Ebenso entspricht die Darstellung, welche er von dem Lev. ani giebt, den thatsächlichen Verhältnissen nicht, wie aus einer Vergleichung seiner und meiner Angaben hervorgeht.

In der Seitenwand des Körpers giebt Joubin an Stelle des von mir beschriebenen einfachen Obl. inf. zwei Muskeln, einen vorderen und einen hinteren, an. Bei *Cr. anomala* ist dies sicher nicht der Fall.

Die Wirkung der Muskeln wird von Joubin zutreffend geschildert. Die Occlusoren dienen dazu, die dorsale Schale gegen die ventrale zu pressen und so die Mantelhöhle zu verschliessen. Die oberen schiefen Muskeln ziehen bei gemeinsamer Action die dorsale Schale nach vorn, bei einseitiger Contraction dagegen bewirken sie eine Drehung derselben. Die Oeffnung der Schalen soll dadurch zu Stande kommen, dass die Muskeln der Körperwand sich contrahiren und so einen Druck auf die Flüssigkeit der Leibeshöhle und auf die in derselben liegenden Organe ausüben.

Joubin versucht dann schliesslich die möglichen Homologien zwischen den Muskeln von *Crania*, *Lingula* und *Discina* zu ermitteln. Auf diese Frage werde ich erst eingehen, nachdem ich in der folgenden Abhandlung eine genaue Darstellung der Musculatur der beiden zuletzt genannten Formen, besonders auch der für die Frage nach der Homologie verchiedener Muskeln wichtigen Innervirungsverhältnisse, gegeben haben werde.

Abschnitt 5. **Der Armapparat.**

Ueber den allgemeinen Bau des für die Brachiopoden so charakteristischen Armapparates habe ich oben bei der Schilderung der allgemeinen Gestaltungsverhältnisse unseres Thieres schon Einiges gesagt, was genügen mag, um die äusseren Beziehungen des Armapparates zum Hauptabschnitt des Körpers klarzulegen. In diesem Abschnitt soll der nicht ganz einfache Bau der Arme selbst eingehender geschildert werden.

Crania hat freie Spiralarme, wie die übrigen Ecardines und *Rhynchonella* unter den Testicardines.

Man kommt, wie ich glaube, am leichtesten zu einem Verständniss des Baues der Arme, wenn man

zuerst den freien Theil derselben untersucht und dann erst ihren Ursprung am Körper und besonders das Verhalten ihrer Hohlräume in der Umgegend des Mundes betrachtet.

Die Arme von *Crania* entbehren eines verkalkten, von der dorsalen Schale ausgehenden Armgerüstes und ebenso fehlen in die Stützsubstanz der Arme selbst eingelagerte Kalkkörper, wie sie z. B. bei *Terebratulina caput serpentis* vorkommen. Darum sind sie besonders günstig für histologische Untersuchungen, hauptsächlich auch für Macerationspräparate. Sie waren für mich deswegen auch das Hauptobject in dieser Hinsicht. Die verhältnissmässig bedeutende Starrheit der Arme wird lediglich durch die stark entwickelte Stützsubstanz bedingt, welche in denselben eine Mächtigkeit erreicht, wie sonst nirgends mehr im ganzen Körper. Die Form der Arme wird durch die Gestaltung der Stützsubstanz bedingt; auf ihr erscheinen die Epithelien, welche sie äusserlich bedecken und die inneren Hohlräume auskleiden, nur als dünne Ueberzüge.

Um einen Ueberblick über den Bau der Arme zu geben, mag Fig. 51 dienen, die einen Querschnitt durch den freien Theil derselben darstellt. Wir unterscheiden an dem im Grossen und Ganzen elliptischen Querschnitt einen unteren, convexen Theil, die Unterseite, und einen oberen, concaven, die Armrinne. Die letztere wird auf der einen Seite begrenzt von der Armfalte (Epistom), einer lamellenartigen, vom äusseren Epithel überzogenen Erhebung der Stützsubstanz, auf der anderen Seite von einer wulstartigen Erhebung der Stützsubstanz, dem Cirrenwulst, auf welchem eine Doppelreihe von tentakelartigen Fortsätzen, die Cirren, stehen. Die der Armfalte anliegende Seite des Armes nenne ich die Faltenseite, die gegenüberliegende die Cirrenseite.

In der Stützsubstanz der Arme ausgehöhlt sind zwei grosse Canäle, welche in keiner Verbindung mit einander stehen. Den an der Faltenseite liegenden nenne ich mit Hancock den grossen Armsinus (canal de la lèvre, Joubin), den an der Cirrenseite gelegenen den kleinen Armsinus (canal des cirres, Joubin).

An der Faltenseite verläuft an der Basis der Armfalte der in die Supraösophagealcommissur übergehende Hauptarmnerv, an der der Armrinne zugekehrten (inneren) Seite des Cirrenwulstes der Nebenarmnerv, an der Unterseite des Armes der vom unteren Ganglion stammende untere Armnerv, an der äusseren Seite des Cirrenwulstes der äussere Armnerv. Die Nerven liegen alle subepithelial.

Die Cirren sind nach der Armrinne zu einrollbare, fingerförmige Fortsätze, die einen aus dem kleinen Armsinus entspringenden Hohlraum, den Cirrencanal, enthalten.

An der dem grossen Armsinus zugekehrten (medialen) Wand des kleinen Sinus liegt das Armgefäss, welches in jeden Cirrus ein Cirrengefäss abgiebt, das auf den inneren Cirrenmuskeln in die Höhe läuft und an der Spitze blind endet. Im Grunde des kleinen Armsinus liegt der Armmuskel (Brachialis).

Die genauere Betrachtung der Arme beginnen wir mit der Stützsubstanz. Diese hat die Consistenz eines bindegewebigen Knorpels und hat auch in der Structur Aehnlichkeit mit einem solchen. Der Hauptsache nach besteht sie aus einer hyalinen Intercellularsubstanz, in welcher verschiedene fibrillenartige Differenzirungen auftreten und in welche zahlreiche Zellen eingestreut sind. Diese letzteren, die Erzeuger der Intercellularsubstanz, liegen in Lückenräumen derselben, ähnlich wie die Knorpelzellen. Sie sind vielfach verästelt und bilden, indem sie mit ihren Fortsätzen zusammenhängen, stellenweise ganze Zellnetze, so besonders zwischen dem Boden der Armrinne und dem Cirrenwulste des Armes (Fig. 100).

Unter den fibrillären Bildungen, die in der Grundsubstanz vorkommen, muss man zweierlei unterscheiden: 1) feinste, der Grundsubstanz selbst angehörende Fibrillen, 2) derbere, mit den Zellen im Zusammenhang stehende Fasern.

Diese beiden Fasersysteme lassen sich leicht an Osmiumpräparaten oder an mit Eosin gefärbten Sublimatpräparaten nachweisen. In den letzteren nehmen die feinen Fibrillen nur einen ganz schwachen Ton an, die stärkeren färben sich etwas intensiver.

Die feinen Fibrillen scheinen da, wo die Stützsubstanz eine grössere Dicke erreicht, ziemlich unregelmässig angeordnet zu sein. Da aber, wo sie dünnere Membranen bildet, verlaufen sie regelmässig wellig und der Oberfläche annähernd parallel, so z. B. in der Lamelle der Stützsubstanz, welche die Grundlage der Armfalte bildet (Fig. 101), in den dünneren Wandpartien der Armsinus.

An der Oberfläche, d. h. also unter dem äusseren Epithel und unter dem die Hohlräume auskleidenden Epithel, ist die Stützsubstanz von dichterer Beschaffenheit, was sich in einer intensiveren Färbung ausspricht. Es scheint dies daher zu kommen, dass hier die Fibrillen dichter zusammengelagert und der Oberfläche annähernd parallel verlaufen (Fig. 97). Solche Züge dichterer, durch Färbung deutlich hervortretender Substanz bemerkt man auch sonst noch an einigen Stellen der Arme, so besonders in der Armfalte, an der Cirrenbasis und in der Grundsubstanz der Cirren selbst. Auf den Querschnitten durch den in das Grundgewebe des Armes eingesenkten Theil der Cirrenkanäle tritt dies besonders deutlich hervor (Fig. 89, 95). Man sieht hier, wie jeder Cirrenkanal von einem Mantel dichter Substanz umgeben wird, der sich nach der Cirrenseite des Armes zu in zwei Fortsätze auszieht. In Wirklichkeit sind dies Lamellen, welche, allmählich dünner werdend, der Oberfläche zustreben (Fig. 85—88, 96).

Weiter gehen solche Züge von dem Cirrenkanal nach der Armrinne (Fig. 94). Untersuchen wir endlich den freien Theil des Cirrus, so zeigt ein Querschnitt (Fig. 72, 73), dass die Stützsubstanz an der der Armrinne zugekehrten Seite sehr dünn ist, dagegen an den Seiten und an der der Armrinne abgekehrten Seite eine bedeutende Dicke erreicht. In diesem dickeren Theil sind, wie ganze Präparate und Längsschnitte (Fig. 69, 70, 94) zeigen, von Strecke zu Strecke Ringe zu erkennen, die sich ebenfalls dunkler färben und am frischen Präparat durch stärkere Lichtbrechung auffallen. Man sieht, dass die sonst der Längsachse des Cirrus parallel verlaufenden, feinen Fibrillen hier etwas wellig gebogen sind (Fig. 69, 70).

Alle diese eben beschriebenen Züge scheinen im Wesentlichen dazu bestimmt, der Grundsubstanz der Arme eine grössere Festigkeit zu verleihen, indem sie, wie Streben, den übrigen Theil durchziehen. Da, wo sie am besten entwickelt sind, an der Cirrenbasis, ist das Gewebe am festesten.

Was nun die oben an zweiter Stelle erwähnten Fasern anlangt, so sind sie leicht von den eben besprochenen Fibrillen zu unterscheiden. Sie sind Producte der in der Grundsubstanz zerstreuten Zellen (Fig. 98, 99). In dem Raume zwischen dem grossen und kleinen Armsinus verlaufen sie nach allen Richtungen durcheinander (Fig. 99). An anderen Stellen ist der Verlauf etwas regelmässiger. Es geht dies am besten aus der Betrachtung des Querschnittes Fig. 93 hervor. Die feinen Fibrillen sind als Bindegewebsfibrillen zu betrachten, die eben erwähnten Fasern dagegen mit elastischen Fasern zu vergleichen.

An den Epithelien der Arme treten die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Brachiopodenepithelien besonders schön hervor. Wir betrachten zuerst das äussere Epithel und die damit im engsten Zusammenhang stehenden Nerven.

Das Epithel hat an den verschiedenen Stellen des Armquerschnittes einen etwas verschiedenen Charakter; überall aber sitzen, wie überhaupt im äusseren Epithel, die Zellen nicht mit ihrer ganzen Breite der Stützsubstanz auf, sondern ziehen sich in mehr oder weniger lange, dünne Fortsätze aus, die sich an der Basis zu einem kleinen Scheibchen verbreitern, mit welchem sie sich der Stützsubstanz anheften. (Vergl. besonders Taf. V.) Zwischen diesen Füsschen besteht demnach ein System von mit einander communicirenden Hohlräumen; in diesen verlaufen die Nervenfasern.

In dem äusseren Epithel der Arme, und dies gilt für das Epithel der ganzen Körperoberfläche, mit Ausnahme der von der Schale bedeckten Stellen, konnte ich unterscheiden: wimpertragende Zellen, Secretzellen und Drüsenzellen. Ob alle Zellen, welche keine Drüsen- oder Secretzellen sind, Wimpern tragen, konnte ich nicht feststellen. Mit Ausnahme der Zellen der Schalenseite des Mantels sind wahrscheinlich alle bewimpert. Ebenso konnte ich Sinneszellen mit Sicherheit nicht nachweisen. Auf Zellen, die sich vielleicht als solche auffassen lassen, werde ich beim Nervensystem zu sprechen kommen. Jedenfalls ist nirgends ein ausgesprochenes Sinnesepithel vorhanden. Die Gestalt, besonders die Länge der Epithelzellen ist sehr wechselnd. Von fadenartig dünnen Formen, wie sie sich z. B. über dem Haupt- und Nebenarmnerven finden, kommt man durch eine Reihe von Uebergängen zu ganz niedrigen, breiteren Elementen, wie sie die Aussenseite der Cirren bedecken.

Die wimpertragenden Zellen lassen alle, sowohl auf Schnitten (Fig. 68 an versch. Stellen, bes. 68 g), wie besonders an Macerationspräparaten (Fig. 76 c, e), einen sehr deutlichen Cuticularsaum erkennen, der für die Wimper eine kleine Oeffnung trägt. Manchmal glaubte ich die Wimper noch ein Stück weit in das Zellplasma hinein verfolgen zu können.

Untersucht man einen feinen Schnitt, oder in einem Macerationspräparat eine Reihe zusammenhängender Epithelzellen, so sieht man zwischen den vorderen, an den Cuticularsaum anstossenden Enden der Zellen, dem Cuticularsaume dicht anliegend je ein stark lichtbrechendes Körnchen (Fig. 68 g etc.). Dies ist der Ausdruck dafür, dass der Cuticularsaum sich mit leistenartigen Vorsprüngen zwischen die Zellenköpfe hineinsenkt. So entsteht auf der Unterseite desselben eine zierliche Felderung, die man leicht in Macerationspräparaten zu Gesicht bekommt, wo oft grössere Fetzen des Cuticularsaumes sich ablösen (Fig. 76 d). In jeder Facette zeigt ein feiner Punkt die Durchtrittsöffnung für die Wimper an.

Das Plasma der Zellen enthält gewöhnlich dichtgedrängt feine, stark lichtbrechende Körnchen, welche besonders in den fadenförmigen Zellen auffallen, wo sie zwischen Kern und freiem Ende regelmässig in 1 oder 2 Längsreihen angeordnet sind (Fig. 68 g etc.). Diese wurden schon für das Epithel des Mantels erwähnt. An macerirten Präparaten sind die Körnchen stets verschwunden, und das Plasma erscheint dann schaumig.

Verhältnissmässig niedrig sind die Zellen auf der äusseren Seite der Armfalte, auf der Faltenseite, unterhalb des Hauptarmnerven, auf der Unterseite des Armes. Gegen die Cirrenbasen nehmen sie etwas an Höhe zu (Fig. 68 d, b). Von der Cirrenseite stammt auch die Figur 68 c, die zeigt, dass das oberflächliche Mosaik der Zellen ein etwas wechselndes ist. Der untere Theil der niederen Zellen, das Füsschen, trägt nach verschiedenen Seiten zu plattenartige Erhebungen, durch welche benachbarte Zellen mit einander in Verbindung stehen. Dadurch entsteht auf einem Flächenschnitt durch das Epithel das eigenthümliche Bild eines Zellennetzes (Fig. 75). Die Zellen der Cirrenseite tragen wohl meistens Wimpern. An einer Zelle konnte ich stets nur eine Wimper beobachten. Dies gilt auch für die anderen wimpertragenden Zellformen.

Von dem freien Rande der Armfalte an, um den ganzen Umfang des Armes herum bis zur Cirrenbasis, finden sich in dem Epithel gewöhnlich in Menge Secretzellen, denen wir schon beim Mantel begegnet sind (bes. Fig. 68). Auch im Epithel der Armrinne und des Nebenarmnerven kommen sie vor, doch spärlich. Besonders angehäuft sind sie gleich unter dem Cirrenwulst, so dass hier das Epithel durch sie etwas verdickt erscheint. Diesen Secretzellenwulst hält Joubin für einen aus Sinneszellen zusammengesetzten Streifen! Wie bei dem Mantel ausgeführt wurde, konnte ich mich dort davon überzeugen, dass die Secretzellen aus in der Tiefe zwischen den gewöhnlichen Epithelzellen liegenden Zellen hervorgehen.

Dasselbe gilt wohl für die Arme. Auch hier trifft man in der Tiefe des Epithels zerstreut kleine Zellen an, die sich wohl in die Secretzellen umwandeln. Man muss dabei aber beachten, dass diese Zellen vielleicht zum Theil auch Ganglienzellen sind. Direct entscheiden konnte ich diese Fragen nicht. Die Zahl der Secretzellen wechselt bei verschiedenen Exemplaren. Bei jungen Thieren sind sie spärlich, bei alten oft so massenhaft, dass das Studium des Epithels durch sie recht erschwert wird. Auch in den jüngeren Theilen der Arme sind sie gewönlich spärlicher. Sollten die in ihnen enthaltenen Körperchen Excrete sein? Dem Aussehen nach und im Verhalten gegen Reagentien stimmen die Körperchen der Secretzellen mit denen in den Zellen der Stützsubstanz, besonders des Mantels, wo sie sich bei *Waldheimia* und *Terebratulina* in Menge finden, überein.

Während die eben besprochenen Secretzellen im Epithel der Arme eine weite Verbreitung haben, ist das Vorkommen der Drüsenzellen ein sehr beschränktes. Diese Drüsenzellen (Fig. 68 a, e; 94) finden sich nur an der Cirrenbasis, und zwar liegen sie in einer ungefähr halbmondförmigen Zone, jedesmal zwischen dem Ursprung zweier Cirren der äusseren Reihe und ziehen in einem schmalen Streifen noch etwas höher an den Seitenflächen der äusseren Cirren hinauf (Fig. 72). Diese Drüsenzellen sind leicht als Zellen zu erkennen — bei den Secretzellen hält dies manchmal schwer — von etwa keulenförmiger Gestalt (Fig. 68 a) und enthalten in ihrem Plama eine grosse Menge feinster Kügelchen, die sich ebenso wie die grösseren Secretkugeln der zuerst besprochenen Zellen mit verschiedenen Farbstoffen, bes. Eosin und Indigocarmin stark färben. Während die Secretzellen nie die Oberfläche des Epithels erreichen, ist dies bei den Drüsenzellen der Fall. Diese Drüsenzellengruppen kommen an derselben Stelle, wie bei *Crania*, bei allen von mir bis jetzt daraufhin untersuchten Brachiopoden vor.

Einen etwas anderen Charakter hat das Epithel über dem Hauptarmnerven und in der Armrinne.

Ueber dem Hauptarmnerven stehen schlank-fadenförmige Zellen (Fig. 68 h, i), von denen jede eine Wimper trägt und zwischen deren langen, zum Theil weit auseinanderstehenden Füsschen die Nervenfasern verlaufen. Dasselbe gilt für das Epithel über dem Nebenarmnerven (Fig. 68 *NAN*, 68 f), hier finden sich die schlanksten Zellen am ganzen Körper, mit Ausnahme des Darmes. Im Grunde der Armrinne haben wir es mit einem hohen Cylinderepithel zu thun (Fig. 68 g), das an einer Stelle, an der Basis der Armfalte (Fig. 68), noch etwas an Höhe zunimmt.

An den Epithelzellen der Armrinne treten meist die Körncheneinlagerungen und die Cuticularschich mit ihren Durchtrittsöffnungen für die Cilien besonders gut hervor.

Wieder etwas anders sind die Verhältnisse auf dem freien Theil der Cirren, wie die Querschnittet Fig. 72, 73, 74 zeigen. Und zwar verhalten sich darin die Cirren der äusseren Reihe verschieden von denen der inneren.

Aus den Querschnitten durch einen äusseren (Fig. 72) und inneren (Fig. 73) Cirrus ergiebt sich, dass die Cirren beider Reihen schon im gröberen Bau von einander verschieden sind. Die äusseren sind an der der Armrinne zugekehrten Seite leicht rinnenförmig ausgehöhlt, und die Seitenränder dieser Rinne sind stark gewulstet. Die inneren haben keine solche Rinne und sind daher im Querschnitt mehr rundlich. Diese Verschiedenheit spricht sich auch in dem Bau des Stützgewebes der Cirren aus.

Betrachten wir zuerst an einem äusseren Cirrus die Epithelverhältnisse etwas genauer. Der Grund der Rinne ist von einem niederen Cylinderepithel (Fig. 76 e) überkleidet, das nach den Rändern zu etwas höher wird. Die gewulsteten Ränder selbst bestehen aus sehr langen, fadenförmigen Zellen, welche die Kerne in verschiedener Höhe tragen. Nach der äusseren Seite zu wird das Epithel wieder niedriger, um endlich auf derselben aus ganz niedrigen, stark verbreiterten Zellen zu bestehen (Fig. 75, 76 a). Die Zellen

des Rinnengrundes und der Seitenwülste tragen alle lange Wimpern, an den flachen Zellen der Rückseite konnte ich keine solchen auffinden.

An Schnitten durch die äusseren Cirren, die nicht weit über deren Ursprung liegen, wie der in Fig. 72 dargestellte, erscheinen von den Seitenwülsten nach der Aussenseite zu die Enden der oben erwähnten, zwischen je zwei Cirren der äusseren Reihe liegenden Drüsenzellengruppen (*Dr*).

Der Querschnitt durch einen inneren Cirrus (Fig. 73) zeigt, dass dieselben Zellenarten, mit Ausnahme der Drüsenzellen, vorhanden sind, wie bei den äusseren Cirren, jedoch in etwas anderer Gruppirung. Die platten Zellen der Aussenseite bilden einen viel schmäleren Streifen, dadurch kommen die aus fadenförmigen Zellen bestehenden Wülste ganz an die Seite zu liegen, und so entsteht auf der der Armrinne zugekehrten Seite keine Rinne. Nahe dem oberen Ende der Cirren verschwinden die im unteren Theile so charakteristischen Verschiedenheiten des Epithels mehr und mehr (Fig. 74).

Im Anschluss an das äussere Epithel sollen gleich die fast durchweg subepithelial gelagerten Nerven besprochen werden. Der an der äusseren Seite der Armfalte, dicht unterhalb deren Ursprung verlaufende Hauptarmnerv giebt in regelmässigen Abständen, den Cirren entsprechend, Aestchen, die Verbindungsnerven, ab (Fig. 68 und das Uebersichtsbild Fig. 51), welche, in einen Canal des Stützgewebes eingelagert, schief nach oben zum Boden der Armrinne ziehen; sie treffen auf denselben ungefähr in der Mitte und gewinnen hier wieder eine subepitheliale Lagerung, steigen dann an der Cirrenbasis in die Höhe und bilden hier, mit einander anastomosirend, den Nebenarmnerven, von welchem die gleichfalls subepithelial gelagerten Cirrennerven entspringen. Diese steigen an der der Armrinne zugekehrten Seite der Cirren in die Höhe, und zwar lassen sich, wie die Querschnitte zeigen, drei Stämmchen erkennen, eines unter der Mitte der der Armrinne zugekehrten Fläche und zwei seitliche, unter den aus fadenförmigen Zellen bestehenden Zellsäulen gelagerte. Diese Stämmchen sind jedoch nicht scharf von einander abgegrenzt, sondern kommen nur dadurch zu Stande, dass die Nervenfasern an den genannten Stellen sich anhäufen, in den dazwischen liegenden Regionen dagegen etwas spärlicher sind. Die Cirrennerven versorgen das äussere Epithel und die Musculatur der Cirren. Zu den Haupt- und Nebenarmnerven, die durch die Verbindungsnerven in enger Verbindung mit einander stehen, kommt als dritter Hauptstamm der untere Armnerv (Fig. 51 *UAN*, 78 a, c), welcher nicht so leicht auffällt wie die besprochenen. Derselbe liegt in breiter Schicht unter dem äusseren Epithel, zum grössten Theil unter dem kleinen Armsinus, aber noch etwas auf den grossen übergreifend. Er giebt Aeste ab, welche das die Wand des kleinen Armsinus bildende Stützgewebe durchsetzen, um der Musculatur des kleinen Armsinus zu gelangen. Auch die Musculatur des grossen Armsinus wird von ihm versorgt. Wenigstens fand ich diese Innervirung an dem in die vordere Körperwand eingelagerten Theile des Sinus (Fig. 50).

Wie schon oben erwähnt, entspringt dieser Nerv aus dem unteren Ganglion und beweist dadurch, dass der von ihm versorgte Theil des Armumfanges dem ausserhalb des Scheitelfeldes gelegenen Abschnitte der Körperwand angehört. Als letzter Längsstamm ist zu erwähnen der äussere Armnerv (Fig. 51 *AAN*), welcher an der Aussenseite des Cirrenwulstes verläuft und bei *Crania* schwächer bleibt als bei anderen Brachiopoden, z. B. *Lingula*.

Ausser diesen Hauptzügen von Nerven trifft man aber noch einzelne Fasern überall unter dem Epithel an (Fig. 68 *N*), so dass wohl ein ganzes Netz von Nervenfasern unter demselben besteht.

Ueber den feineren Bau der Nervenstämmchen ins Reine zu kommen, ist nicht ganz leicht, besonders nicht an den grösseren Stämmen. Besser gelingt dies an den Verbindungsnerven und zwar an dem das Stützgewebe durchsetzenden Theil auf Schnitten und an den Cirrennerven durch Macerationspräparate. Besonders an letzteren (Fig. 76 *c, k*) überzeugt man sich bald, dass die Nervenstämmchen nicht aus neben

einander verlaufenden, vollständig von einander isolirten Fasern bestehen, es gelingt nur selten, einzelne Fasern auf längere Strecken zur Ansicht zu bringen, sondern dass ein solches Nervenstämmchen eigentlich ein Maschenwerk von vielfach mit einander verbundenen Fasern ist. Ob die Fasern selbst vielfach mit einander anastomosiren, oder ob feinste Verbindungsfäserchen vorhanden sind, kann ich bis jetzt nicht entscheiden.

Eine besondere Besprechung verdient der Haupt- und Nebenarmnerv. Vergleicht man Querschnitte dieser beiden (Fig. 68) mit einem Durschschnitt durch einen gewöhnlichen Nerven, etwa den Unterarmnerven (Fig. 78 a, c), so fällt auf, dass bei letzterem die Nervenfasern zwischen gewöhnlichen Epithelzellen verlaufen. Bei dem Haupt- und Nebenarmnerven ist nun nicht nur die Fasermasse vermehrt, weil es ansehnlichere Stämme sind, sondern die Epithelzellen sind verändert, sehr hoch, mit langen Füsschen, und was noch wichtiger ist, in der Fasermasse finden sich Zellen (Fig. 68 *HAN, NAN,* Fig. 68 k), die wir als Ganglienzellen betrachten müssen, und zwar in ziemlich grosser Zahl.

Ich werde später bei dem Nervensystem noch einmal auf diese Verhältnisse zurückkommen und hier nur vorläufig erwähnen, dass der Hauptarmnerv nicht ein Nerv im gewöhnlichen Sinne, sondern das ungeheuer verlängerte Cerebralganglion ist.

Stehen diese subepithelial verlaufenden Nerven und Nervenfasern nun mit allen Zellen oder mit einzelnen solchen in Verbindung? Sicheres konnte ich in dieser Beziehung nicht einmal bei den die grösseren Nervenstämme bedeckenden Zellen feststellen. Bei Zellen von dem Hauptarmnerven habe ich öfter an den Füsschen einen seitlichen Fortsatz beobachtet (Fig. 68 i). Möglicherweise stellt dieser eine solche Verbindung her. Ich möchte vermuthen, da es mir nicht gelang, bestimmte Zellen mit Sicherheit als Sinneszellen zu erkennen (vergl. Abschnitt 10), dass die Epithelzellen allgemein mit den Nervenfasern in Verbindung stehen.

Vielleicht würden hier die neueren Methoden der Nervenfärbung interessante Aufschlüsse ergeben.

Der grosse und kleine Armsinus sind Abschnitte des Cöloms, die aber beim erwachsenen Thier mit dem Hauptheil desselben nicht mehr im Zusammenhang stehen. Für diese Deutung fehlt vor der Hand noch der entwickelungsgeschichtliche Nachweis; die Richtigkeit derselben ergiebt sich aber aus der Beschaffenheit des die beiden Hohlräume auskleidenden Epithels, welches in wesentlichen Punkten, besonders auch in der ausgiebigen Production von Muskelfasern mit dem eigentlichen Cölomepithel übereinstimmt.

Von beiden Hohlräumen zeigt der grosse Armsinus das einfachere Verhalten; er soll darum zuerst besprochen werden.

Die Zellen des den grossen Armsinus auskleidenden Epithels sind mehr oder weniger gestreckt spindelförmig und enthalten in ihrem Plasma meist einige stark lichtbrechende, gelbliche Granulationen (Fig. 102 b, 103 a, b). Auf Querschnitten zeigt sich, dass sie sehr flach sind (Fig. 79).

Am grössten Theile des Umfanges haben diese Zellen glatte Muskelfasern von schlank spindelförmiger Gestalt entwickelt (Fig. 102 a). Diese Muskelfasern finden sich in einfacher Lage an der oberen, unter der Armrinne gelegenen und ebenso an der äusseren, nach der Faltenseite gekehrten Wand des Sinus. Sie verlaufen alle in der Längsrichtung des Armes. Der dem kleinen Armsinus zugekehrte und der untere Theil der Wand sind frei von solchen (Fig. 79, 103).

Bei dem kleinen Armsinus bestehen etwas complicirtere Verhältnisse dadurch, dass sein Hohlraum in die Cirrenkanäle sich fortsetzt, dann durch eine reichere Production von Muskelfasern die zum Theil zu mächtigen Muskeln zusammentreten, und durch Einlagerung eines Blutgefässes (vergl. das Uebersichtsbild Fig. 51).

Der eigentliche Sinus ist, wie schon die Bezeichnung sagt, auf dem Querschnitt weniger umfangreich als der grosse.

Von ihm entspringen die Cirrenkanäle und durchsetzen den dicksten Theil des Stützgewebes, um dann in den freien Cirrus einzutreten und bis an sein Ende zu verlaufen, wo sie blind geschlossen enden.

Während die Cirren deutlich in zwei Reihen stehen, liegen die Ursprünge ihrer Kanäle aus dem kleinen Armsinus in einer Längsreihe, oder, was gewöhnlicher ist, je ein äusserer und ein innerer Cirrenkanal entspringen gemeinschaftlich mit einem kurzen, einfachen Stämmchen aus dem kleinen Sinus (Fig. 91). Dabei liegt dann stets der äussere Cirrus eines solchen Paares vor dem inneren, d. h. nach der freien Spitze des Armes zu.

Im Ursprung der Cirrenkanäle kommen viele Unregelmässigkeiten vor, wie die Abbildung zeigt. Nicht selten trifft man auch Anastomosen zwischen benachbarten Cirrenkanälen. Während der äussere Cirrenkanal dicht an der Oberfläche der Cirrenseite des Armes in die Höhe läuft (Fig. 90, 93), zieht der innere schief nach innen und oben (Fig. 51), so dass schon im Stützgewebe die Kanäle die zweireihig alternirende Stellung zeigen, wie sie die freien Cirren besitzen (Fig. 84—89).

Der Umstand, dass die Ursprünge der Cirrenkanäle aus dem kleinen Armsinus in einer Reihe liegen, ist von Wichtigkeit, weil er zeigt, dass die zweireihige Anordnung der Cirren im ausgebildeten Thiere eine secundäre Erscheinung ist. Damit stimmt die einreihige Anordnung der Cirren bei jungen Thieren bald nach der Metamorphose überein. (Vergl. Brooks, Kowalewski, Fritz Müller[1]), Morse 10.)

Das den kleinen Armsinus und die Cirrenkanäle auskleidende Epithel zeigt im Grossen und Ganzen denselben Charakter wie das des grossen Armsinus; auch hier sind es wieder spindelförmige, mit ihren spitzen Enden in einander gekeilte Zellen, die an gewissen Stellen Muskeln produciren. Nur ist die Muskelproduction eine viel bedeutendere, als im grossen Sinus. So ist nicht nur die Wand stellenweise von einer einfachen Lage von Muskelzellen bedeckt, sondern es kommt zur Entwickelung von ansehnlichen Muskelzügen sowohl in den Cirrenkanälen als auch besonders im Sinus selbst, dessen Lumen zum grössten Theil von einem mächtigen Muskelbündel ausgefüllt wird (Fig. 51, 90).

Um nun zum Einzelnen überzugehen, so finden wir im kleinen Sinus selbst Epithelzellen ohne Muskelfasern nur in beschränktem Maasse vor. Solche liegen an der Cirrenseite, dicht am Eingang in die Cirrenkanäle (Fig. 80) und an der dem grossen Armsinus zugekehrten Wand gleich unterhalb des Armgefässes. In beiden Fällen wird nur eine schmale Zone von solchen Zellen bedeckt, und gleich unter derselben finden sich ansehnliche, in der Längsrichtung verlaufende Muskelfasern (Fig. 80, 81, 77, 78 b).

Was nun die den grössten Theil des kleinen Armsinus ausfüllende Muskelmasse, den Armmuskel, Brachialis (Fig. 51, 90, 91), betrifft, so ist zunächst zu betonen, dass dieser dem Armsinus angehört und keineswegs in directem Zusammenhang mit dem Levator brachii steht, worauf schon oben hingewiesen wurde. So mächtig der Armmuskel ist, so ist er doch nur durch Vermehrung der sonst meist in einfacher Lage vorkommenden epithelialen Fasern entstanden. Davon überzeugt man sich, wenn man Querschnitte durch die jüngsten Theile der Arme betrachtet. Hier ist der Armmuskel nur wenige Faserlagen dick, und man erkennt leicht das continuirlich über ihn hinwegziehende Epithel. Auch in den hintersten Theilen der Arme, wo der Muskel recht dick ist, findet man dies noch, wenn auch schwieriger (Fig. 78 d, *Ep. coel.*). Die den Muskel zusammensetzenden Fasern sind glatt.

Recht schwer ist es, sich den Faserverlauf und die Wirkungsweise des Muskels klar zu machen. Ich muss gestehen, dass ich trotz vielfacher Bemühung zu keinem befriedigenden Resultat in dieser Be-

1) Arch. f. Anat. u. Phys., 1860, S. 72—80, und Wiegmann's Arch., 1861, S. 55—56

ziehung gekommen bin. Bei ganz jungen Thieren liegen die Verhältnisse klarer als bei den erwachsenen. Fig. 92 stellt einen Längsschnitt durch den Arm eines solchen Thieres dar. Man sieht, dass die Fasern zum grossen Theil an der Scheidewand *S*, die den Sinus von der Leibeshöhle trennt, entspringen und fächerförmig gegen die Eingänge der Cirrenkanäle ausstrahlen, in die sie ein Stückchen weit eindringen, um sich an ihrer Wand zu inseriren. Bei erwachsenen Thieren trifft man ein solches Verhalten nur ganz ausnahmsweise (Fig. 90, 91 bei *). Es lässt sich, soviel ich sehen konnte, keine regelmässige Anordnung der zu den Cirren ziehenden Muskelbündel wahrnehmen. Ab und zu lösen sich auch Faserbündel los, welche an der Cirrenseite des Sinus inseriren (Fig. 91 * *). Die Hauptmasse der Fasern verläuft aber in der Längsrichtung des Sinus. Die Fasern entspringen und inseriren an der Wand desselben.

Die Wirkung des Muskels besteht wohl darin, die Schraubenwindungen der Arme beim Oeffnen der Schale von einander zu entfernen, so dass der ganze Armkegel höher wird und die Cirren mehr Platz erhalten, um sich auszustrecken. Diese Musculatur ist gerade bei den Formen mit freien Spiralarmen besonders entwickelt.

Ehe ich zur Betrachtung des Epithels der Cirrenkanäle und deren Musculatur übergehe, muss ich noch über eine eigenthümliche Erscheinung berichten, die man oft am Eingang in die Cirrenkanäle trifft. Man sieht bei manchen Thieren von der medialen Wand des kleinen Armsinus, welche öfter unterhalb des Armgefässes leistenartig in den Hohlraum des Sinus vorspringt, Zellen mit verästelten, feinen, fadenartigen Ausläufern quer durch das Lumen des Sinus bis in die Cirrenkanäle hinein sich ausspannen (Fig. 83). Man überzeugt sich bald, dass die verästelten, frei im Hohlraum liegenden Zellen mit fädchenartigen Fortsätzen der Epithelzellen zusammenhängen. Ich war anfangs geneigt, diese Bildungen, die man nur ab und zu antrifft, für pathologische Veränderungen zu halten, bin aber von dieser Ansicht doch abgekommen, weil die übrigen Gewebe der betreffenden Thiere einen vollständig intacten Eindruck machen, und weil ich alle die Thiere, welche ich conservirte, stets sofort nach der Rückkehr von der Excursion mit concentrirter Sublimatlösung abtödtete. Nie wurden dazu Thiere verwandt, welche längere Zeit in Gläsern oder Aquarien verweilt hatten. Unter diesen Umständen fehlt mir vor der Hand noch eine Erklärung für diese eigenthümliche Erscheinung.

Ich will noch bemerken, dass man nicht an einen Vergleich mit den amöboiden Zellen denken darf, welche man in den Sinus und der Leibeshöhle der Brachiopoden, so besonders bei den Testicardines, in prachtvoller Ausbildung antrifft. Dies sind freie Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit; bei *Crania* handelt es sich zum Theil um Epithelzellen mit amöboiden Ausläufern, zum Theil um damit im Zusammenhang stehende Zellen. In der in den Sinus von *Crania* enthaltenen Flüssigkeit konnte ich überhaupt freie Zellen nur spärlich nachweisen. Man trifft diese gewöhnlich da und dort in Massen eines flockigen Gerinnsels eingeschlossen an. Nie traf ich sie in solcher Menge wie bei den Testicardines.

In den Cirrenkanälen hat das Epithel fast denselben Charakter wie in dem Sinus selbst. Es besteht aus spindelförmigen, platten Zellen (Fig. 70, 76 i), diese haben wieder zum Theil Muskeln ausgeschieden, zum Theil aber erhält man in Macerationspräparaten Zellen, welche mit einer langen, feinen Fibrille im Zusammenhang stehen (Fig. 76 h). Man erkennt dies schon, wenn auch weniger deutlich, im Flächenbild des Epithels (Fig. 70).

Diese Fibrillen sind keine Muskelfasern, wie schon ein Vergleich derselben mit unzweifelhaften Muskelzellen ergiebt. Besonders zeigt sich dies aber an Präparaten, in denen die Muskelfasern durch Eosin, Orange G oder Indigocarmin gefärbt sind. Die in Rede stehenden Fibrillen sind in solchen Präparaten stets ungefärbt.

In den Cirrenkanälen finden sich stets zwei Muskelzüge, einer, der ansehnlichere, an der der

Armrinne zugekehrten Seite, den ganzen Cirrus bis zur Spitze durchziehend, die inneren Cirrenmuskeln (Fig. 51, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 89, *I. Cirr. M.*). Die Muskelfasern sind platte, spindelförmige Bänder und springen in den Hohlraum vor, sie liegen zwischen der Stützsubstanz und dem Cirrengefäss (Fig. 72—74, 89).

Die Fasern erreichen die Länge des Cirrus nicht und sind so angeordnet, dass die unteren nach oben divergiren; zwischen die auseinanderstehenden oberen Enden schieben sich die unteren Enden der nachfolgenden ein. Man erkennt diese Anordnung leicht, wenn man einen abgepinselten Cirrus von der der Armrinne zugekehrten Seite betrachtet.

An der gegenüberliegenden Seite finden sich die äusseren Cirrenmuskeln (Fig. 51, 84—89, *A. Cirr. M.*). Diese sind viel kürzer und erstrecken sich nach oben nur bis in die Gegend, wo der Cirrus frei wird, oder nur wenig höher.

Diese äusseren Cirrenmuskeln zeigen bei vielen Thieren insofern ein eigenthümliches Verhalten, als sie in einen besonderen Kanal eingeschlossen sind. Diese Einrichtung ist in der Serie Fig. 84—89 dargestellt. Der Kanal wird dadurch gebildet, dass die Stützsubstanz zwei, in das Lumen des Cirrenkanals vorspringende Lamellen bildet. Diese stossen jedoch nicht in ihrer ganzen Länge zusammen, sondern verbinden sich nur stellenweise. So entsteht ein durchbrochenes Septum, welches die Hohlräume beider Kanäle nur unvollständig von einander trennt. Ausserdem steht der Muskelkanal oben und unten mit dem Cirrenkanal in offener Verbindung. Es sind nun Muskelfasern an der ganzen Wand des Muskelkanals und ausserdem auch an der dem Cirrenkanal zugekehrten Seite des Septums entwickelt. Der Muskelkanal erstreckt sich nicht bis an das obere Ende der äusseren Cirrenmuskeln; hier liegen dieselben in der gewöhnlichen Weise unter dem Epithel des hier einfachen Cirrenkanals (Fig. 89). Solche Muskelkanäle finden sich nur bei den Cirren der äusseren Reihe. Bei denen der inneren sind zwar die äusseren Muskeln ebenfalls vorhanden, liegen aber einfach unter dem Epithel des Cirrenkanals.

Wie schon bemerkt, traf ich diese Einrichtung nur bei verhältnissmässig wenigen Thieren an. Ob dadurch eine specifische Verschiedenheit zum Ausdruck kommt, wage ich nicht zu entscheiden. Andere Unterschiede habe ich bei den Thieren nicht gefunden. Bei den untersuchten Exemplaren von *Crania turbinata* Poli aus dem Mittelmeer fehlten die Muskelkanäle.

Die Cirrenmuskeln lassen an mit dem Hertwig'schen Gemisch macerirten Exemplaren eine deutliche Querstreifung erkennen (Fig. 76 f, g). Trotz der geringen Grösse der Muskeln sind die Zwischenscheiben ausserordentlich deutlich. Eine Längsstreifung glaubte ich manchmal zu sehen, doch bin ich nicht sicher. In der Mitte der Muskelfaser liegt eine kleine Menge Protoplasma mit dem Kern.

Die inneren Cirrenmuskeln besorgen die Einrollung der Cirren nach der Armrinne zu. In diesem Zustande trifft man die Cirren meist bei abgetödteten Thieren, wenn nicht besondere Vorsichtsmaassregeln angewandt wurden.

Die äusseren Cirrenmuskeln sind wohl Antagonisten der inneren. Doch glaube ich, dass bei der Streckung der Cirren auch die Starrheit der Stützsubstanz eine grosse Rolle spielt, denn bei Thieren, welche, in verdorbenem Wasser abgestorben, etwas faulten, so dass Epithel, Musculatur etc. zerstört sind, findet man die Cirren immer starr ausgestreckt. Die Stützsubstanz ist recht widerstandsfähig gegen Fäulniss.

In dem kleinen Armsinus verläuft endlich das Armgefäss. Dasselbe durchzieht den Sinus der ganzen Länge nach und giebt in jeden Cirrenkanal ein Cirrengefäss ab (Fig. 7, 51, 58, 82).

Das Armgefäss liegt dicht unter dem Ursprung der Cirrenkanäle an der medialen Wand des kleinen Armsinus (Fig. 51, 77, 82). Am Ende des Armes endet es blind.

Die Cirrengefässe entspringen aus demselben mit einer dreieckigen, platten Ausbuchtung, welche

in das untere Ende des Cirrenkanals hereinreicht (Fig. 82). Im Cirrus selbst ist das Gefäss im Querschnitt kreisrund und liegt nach innen von den inneren Cirrenmuskeln (Fig. 69—74, 84—89). Es zieht bis ans obere Ende des Cirrenkanals und endet hier blind.

Die Wand der Gefässe besteht aus einer einfachen Zellenlage. Ich vermuthe, dass dazu noch eine ganz zarte Stützlamelle kommt, konnte aber mit Sicherheit eine solche nicht erkennen.

An conservirten Thieren sind die Gefässe meist von einem gelblichen Gerinnsel erfüllt; da und dort traf ich in dem Armgefäss auch Zellen an (Fig. 77).

Das Armgefäss ist nur auf Schnitten mit Sicherheit nachzuweisen. Dagegen lassen sich die Cirrengefässe in abgepinselten Cirren mit Leichtigkeit sehen (Fig. 71). Durch Zerklopfen eines solchen Cirrus unter dem Deckglase gelingt es oft, die Gefässe auf grosse Strecken zu isoliren.

Nachdem wir nun den Bau der freien Arme betrachtet haben, gehen wir dazu über, ihren Ursprung vom Körper und besonders das Verhalten ihrer Hohlräume in der Umgebung des Oesophagus zu untersuchen.

Gerade der letzte Punkt, das Verhalten der Sinus in der Umgebung des Oesophagus und ihre Be-Beziehungen zur Leibeshöhle sind von hervorragender Bedeutung für die Beurtheilung der Sinus selbst und darum auch von Wichtigkeit für die Auffassung des Baues der Brachiopoden überhaupt. Wenn auch die beiden Hohlräume der Arme, der grosse und kleine Armsinus von den meisten Autoren richtig erkannt und von einander unterschieden wurden, so gehen doch über ihre Beziehungen zu einander und zur Leibeshöhle die Ansichten noch sehr auseinander. Eine genaue Feststellung des Verhaltens lässt sich nur durch Schnittserien und unter Zuhülfenahme von Injectionen vornehmen. Auf diese Weise sind auch die jetzt zu schildernden Resultate erlangt.

Das äussere Verhalten der Arme wurde schon oben (Abschnitt 2) bei Betrachtung der äusseren Morphologie geschildert. Hier kann ich noch beifügen, dass die Cirren hinter dem Munde in einfacher Reihe stehen, auf dem Querschnitt ebenso gebaut sind, wie die inneren Cirren der freien Arme, und dass die dort an der Drüsenbasis gelegenen Drüsenzellengruppen fehlen. Sonst verhalten sie sich wie die Cirren der Arme. Ich wende mich darum gleich zu dem Verhalten ihrer Hohlräume.

Zur Erläuterung dieser Verhältnisse dienen Fig. 52—58. Von diesen stellen Fig. 52—57 6 Schnitte aus einer Sagittalserie durch die vordere Körperwand von *Crania* dar. Auf Grund derselben und unter Zuhülfenahme von Frontal- und Transversalserien ist die Fig. 58 construirt, welche das Verhalten der Sinus in der Umgegend des Oesophagus, von oben (dorsal) gesehen, darstellt. Der Oesophagus ist durch einen (in der Richtung *A B*, Fig. 52, verlaufenden) Frontalschnitt abgetragen, so dass man in das Lumen desselben hineinsieht. Der Verlauf der 6 Sagittalschnitte ist in dem Uebersichtsbild durch die mit den entsprechenden Figurenzahlen bezeichneten Linien angegeben. Die Farben haben, wie auch in der Tafelerklärung angegeben, folgende Bedeutung:

Grün = äusseres Epithel.
Ockergelb = Darmepithel.
Grau = Stützsubstanz.
Blau = kleiner Armsinus und damit zusammenhängende Hohlräume.
Gelb = grosser Armsinus.
Wo beide Sinus sich überlagern, ergiebt sich ein grünlicher Ton.
Roth = Blutgefässe.
Braun = Leber.

Am einfachsten verhält sich der grosse Armsinus. Derselbe liegt, wie das Uebersichtsbild Fig. 58 und die Schnitte Fig. 56, 57 zeigen, im freien Theil der Arme unter, d. h. also ventral von dem kleinen Armsinus. Diese Lage behält er bei bis zu der Stelle, wo die Arme von der Körperwand sich loslösen. Hier verengert er sich etwas und biegt ungefähr in einem rechten Winkel nach der Medianlinie um. Mit dieser Biegung tritt er dann in das nach der Medianlinie zu immer mächtiger werdende Stützgewebe der vorderen Körperwand ein. Während er am Anfange der ersten Armwindung seine grösste Ausdehnung von rechts nach links (von der Armrinne gegen die Unterseite des Armes, Fig. 51) hatte, gewinnt er in der Vorderwand eine grössere Ausdehnung von der dorsalen nach der ventralen Seite. Die bedeutendste Höhenausdehnung hat er in Schnitt Fig. 54, 55. Während er anfangs vor dem zu einem engen Kanal gewordenen kleinen Armsinus liegt, kommt er mehr nach der Medianlinie zu über denselben zu liegen. In Fig. 54 macht sich eine etwa in der Mitte des Querschnittes durch den grossen Sinus auftretende Einschnürung bemerkbar, welche schliesslich zur Bildung eines oberen und unteren Blindsackes führt.

Der obere Blindsack kommt nahe an die äussere Wand des Centralsinus, wie ich den grossen, zu beiden Seiten und hinter dem Oesophagus gelegenen Hohlraum nenne, von welchem aus die beiden Armsinus ihren Ursprung nehmen. Der untere Blindsack setzt sich noch etwas weiter gegen die Medianebene fort. Er tritt dabei in die dicke Wand des Stützgewebes ein, welche den Centralsinus von hinten her begrenzt (von der Leibeshöhle trennt) (Fig. 53).

Der grosse Armsinus jeder Seite ist also ein für sich vollständig abgeschlossener Hohlraum, welcher weder mit dem der anderen Seite, noch mit dem kleinen Armsinus, noch mit der Leibeshöhle im Zusammenhang steht.

Etwas verwickelter gestalten sich die Verhältnisse des kleinen Armsinus. Dieser liegt im Anfangstheil der freien Arme über (dorsal von) dem grossen Sinus (Fig. 56—58). Er setzt sich in seiner ganzen Breite bis zu der Stelle fort, wo der Arm von der Körperwand sich loslöst. Hier ist er durch eine quere Scheidewand aus Stützsubstanz von der Leibeshöhle abgeschlossen (s. Fig. 7, 56, 57). Auf der dem Sinus zugekehrten Seite dieser Scheidewand inseriren die Muskeln des kleinen Sinus (der Brachialis), auf der der Leibeshöhle zugewandten dagegen der Levator brachii. In die Scheidewand treten Nerven für die beiden Muskeln ein, sowohl vom postösophagealen Nervenstrang als von dem aufsteigenden Aste. Vergl. dazu das oben (Abschnitt 4) Gesagte.

Am unteren Rande der Scheidewand verengert sich der kleine Armsinus plötzlich trichterförmig und senkt sich nach der Ventralseite hinab, um dann im vorderen Theile der Körperwand als ganz enges Rohr zuerst hinter, dann unter dem grossen Armsinus nach der Medianlinie zu zu laufen. Unter dem Ende des unteren Blindsackes des grossen Sinus mündet dieses enge Rohr mit einer trichterförmigen Erweiterung in den Centralsinus ein (Fig. 58). Der Centralsinus umgiebt den Oesophagus als weiter Hohlraum von vorn und von beiden Seiten und setzt sich nach hinten zu zwischen die beiden Blätter des ventralen Mesenteriums fort. Die eigenthümliche und schwer zu beschreibende Gestalt dieses Hohlraumes wird durch den Verlauf des Oesophagus bedingt. Dieser wendet sich (Fig. 92) von der Mundöffnung an fast horizontal nach vorn, dann im Bogen nach der Dorsalseite, um sich dann, allmählich in den Magen übergehend, wieder etwas nach der Ventralseite zu senken.

Der Centralsinus hat nun seine grösste Ausdehnung hinter dem Oesophagus und keilt sich allmählich aus, indem er rechts und links von demselben nach vorn zu dringt. Sein unterer (ventraler) Theil entsendet nach jeder Seite zu ein kleines, blindgeschlossenes Divertikel, welches vor dem Anfangstheil des kleinen Armsinus und unterhalb des grossen Sinus liegt (Fig. 54, 58). Der Centralsinus wird von Muskel-

fasern durchsetzt, welche von seiner äusseren Wand radiär nach der Wand des Oesophagus verlaufen (Fig. 52, 60). Nach hinten zu setzt sich der Centralsinus unter dem Darme, zwischen die beiden Blätter des ventralen Mesenteriums fort (Fig. 58). Dieser auf dem Querschnitt dreieckige Raum wird dorsal von dem Darm, rechts und links von je einem Blatte des Mesenteriums begrenzt.

Mit dem Centralsinus stehen ferner, wie sich durch Injectionen leicht nachweisen lässt, die Periösophagealkammern (Fig. 52, 58 *P. oes. k.*) im Zusammenhang. Diese Kammern liegen in der ziemlich dicken Stützlamelle, welche die Grundlage der Oesophaguswand bildet und das den Schlund auskleidende hohe Cylinderepithel auf ihrer Innenseite trägt. Vorn, wo der Centralsinus aufhört, ist die die Kammern enthaltende Stützlamelle direct zwischen das äussere Epithel und das Epithel des Oesophagus eingeschaltet. Die Periösophagealkammern stehen unter sich in Zusammenhang und in vielfacher Verbindung mit dem Centralsinus, denn sie injiciren sich leicht und vollständig, wenn man die Kanüle in den kleinen Sinus eines Armes einsetzt. Sie sind also Theile des Centralsinus. Dies wird auch durch ihre histologische Beschaffenheit erwiesen. Sie sind, wie der Centralsinus und die Armsinus, von einem Epithel ausgekleidet, und dieses Epithel erzeugt, wie in den Armsinus, reichlich Muskelfasern, welche den Oesophagus ringförmig umziehen (Fig. 52 und besonders Fig. 59—61). Diese periösophagealen Kammern umgeben den ganzen Vorderdarm, da, wo dieser in den erweiterten Mitteldarm übergeht, verschwinden sie; die Stützlamelle wird sehr dünn, und die Musculatur des Darmes liegt dann direct unter dem Cölomepithel, von dem sie abstammt (Fig. 62, 63, 64). Darauf werde ich genauer im nächsten Abschnitt eingehen. Vor dem Oesophagus setzen sich die Periösophagealkammern und mit ihnen die aus ihrem Epithel entstandenen Muskelfasern noch eine Strecke weit nach rechts und links in das Epistom fort (Fig. 53, 54). Bei *Lingula* durchsetzen sie die ganze Armfalte bis ans Ende der Arme.

Die Periösophagealkammern sind ebenso wie der Centralsinus und die ganzen kleinen Armsinus gegen die eigentliche Leibeshöhle vollständig abgeschlossen.

Es lässt sich weder anatomisch eine Verbindung der Leibeshöhle mit diesen Hohlräumen nachweisen, noch lässt sich eine solche durch Injectionen wahrscheinlich machen.

Ich habe 20 Thiere vom kleinen Armsinus aus injicirt und nie ist eine Spur der Flüssigkeit in die Leibeshöhle eingedrungen, auch dann nicht, wenn bei hohem Druck (25—30 cm Quecksilber) die fast unmessbar feinen Nervenkanälchen in der Stützsubstanz alle sich angefüllt hatten.

Dieses Resultat ist von Wichtigkeit, weil bei *Lingula* eine Verbindung des kleinen Armsinus mit der Leibeshöhle besteht, wie zuerst Gratiolet (2) mit Sicherheit nachgewiesen hat und wie ich nach eigenen Untersuchungen bestätigen kann.

Bevor ich zur Betrachtung der Ergebnisse anderer Autoren über die Arme und ihre Hohlräume übergehe, will ich noch versuchen, den morphologischen Werth der Armsinus an der Hand der anatomischen Befunde klarzulegen. Ich kann dies gleich hier thun, da keiner der Autoren, die vor mir über Brachiopoden geschrieben haben, sich eingehender mit dieser Frage beschäftigte.

Sind die Armsinus und die mit dem sog. kleinen in Zusammenhang stehenden Räume, der Centralsinus und die Periösophagealkammern, Theile der secundären Leibeshöhle, des Cöloms, oder sind sie etwas anderes?

Wie ich glaube, lässt sich aus den anatomischen Ergebnissen mit voller Schärfe beweisen, dass diese Räume Theile des Cöloms sind, und ich bin überzeugt, dass die Entwickelungsgeschichte dies bestätigen wird. Darauf, dass bei *Lingula* noch eine directe Verbindung der Leibeshöhle mit dem kleinen Armsinus besteht, und dass dementsprechend auch die charakteristischen Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit im kleinen Armsinus, den Cirren, den Hohlräumen der Armfalte gefunden werden, will ich nicht einmal besonderen Werth

legen, denn bei *Crania* ist bei dem erwachsenen Thiere sicher keine wegsame Verbindung des kleinen Armsinus mit der Leibeshöhle mehr vorhanden, und dies gilt für eine ganze Reihe anderer von mir untersuchter Brachiopoden. Der grosse Armsinus endlich ist stets vollkommen von der Leibeshöhle und dem kleinen Armsinus abgeschlossen. Trotzdem weisen die anatomischen Ergebnisse ganz direct darauf hin, dass beide Hohlräume von dem Cölom sich ableiten.

Wie ich im 7. Abschnitt genauer ausführen werde und wie auch schon durch die Untersuchungen anderer Autoren bekannt ist, wird die eigentliche Leibeshöhle von einem Epithel ausgekleidet, das in reichem Maasse Muskelfasern erzeugt. Dies ist ja eine Eigenschaft des Cölomepithels überhaupt. Die Sinus sind von einem ebenso beschaffenen und ebenfalls reichlich Muskelfasern producirenden Epithel ausgekleidet. Da, wo grössere Muskelmassen sich finden, wie in dem kleinen Armsinus, liegen diese auch noch unter dem Epithel, was sich, wie oben angeführt, besonders klar bei *Crania* an den Enden der Arme erkennen lässt. Auch die Muskelfasern in den Cirren sind in directem Zusammenhang mit den Epithelzellen. Ob das Epithel der Sinus Wimpern trägt, wie das der Leibeshöhle, weiss ich nicht, da ich am lebenden Object nicht darauf achtete. Ich glaube es aber mit Bestimmtheit annehmen zu dürfen, da, wie erwähnt, im kleinen Armsinus von *Lingula* und in den damit zusammenhängenden Hohlräumen stets Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit in Menge sich finden und diese durch Wimperbewegung transportirt werden, wie wir durch die Beobachtungen von Macdonald und Semper wissen.

Die mit dem Centralsinus zusammenhängenden Periösophagealkammern sind natürlich ebenfalls Theile des Cöloms. Dies wird nicht nur durch ihren Zusammenhang mit dem Centralsinus bewiesen, sondern ganz besonders durch ihr Verhalten zur Musculatur des Vorderdarmes. Alle diese Hohlräume sind, wie sich leicht nachweisen lässt, von einem Epithel ausgekleidet, und dieses Epithel erzeugt die Muskelfasern, welche den Vorderdarm ringförmig umziehen. Wie Fig. 59, 60 zeigen, liegen diese Muskelfasern stets in den Kammern. Ganz in der Nähe des Mundes fehlen die Kammern an der Hinterwand; hier liegen die Muskelfasern unter dem Epithel des Centralsinus (Fig. 52 bei *M*). Dies beweist wohl, dass das die Periösophagealkammern auskleidende Epithel gleichen Ursprungs mit dem des Centralsinus etc. ist. Die Lacunen begleiten den ganzen Vorderdarm fast bis zu seiner Einmündung in den erweiterten, die Ausführgänge der Leber aufnehmenden Mitteldarm. Untersuchen wir die Musculatur des Darmes da, wo die Hohlräume nicht mehr vorhanden sind (Fig. 62—64), so finden wir sie direct unter dem den Darm überziehenden Cölomepithel. Diese Verhältnisse beweisen nach meiner Ansicht zur Genüge die oben aufgestellte Behauptung, dass die Hohlräume der Arme Theile des Cöloms sind.

In der Besprechung der Angaben anderer Autoren über den Armapparat kann ich mich ziemlich kurz fassen, da nur eine Arbeit, die von Joubin, sich mit *Crania* befasst und die auf andere Formen sich beziehenden Angaben in den nächsten Heften eingehender besprochen werden müssen. Die gröbere Anatomie, besonders auch die Verhältnisse der Sinus, sind von den älteren Autoren in den meisten Punkten richtig erkannt und besonders von Hancock gut dargestellt worden. Nur bei *Lingula* ist der sonst so sorgfältige Beobachter in einen sonderbaren Irrthum verfallen, indem er die Hohlräume der Armfalte als dem kleinen Armsinus der übrigen von ihm untersuchten Arten entsprechend betrachtete und den kleinen Armsinus, der bei *Lingula* allerdings recht ansehnlich ist, für etwas Besonderes hielt. Er nennt ihn posterior channel. Gratiolet (2) hat diesen Irrthum berichtigt und hat das grosse Verdienst, die von Hancock zweifelhaft gelassene Verbindung des kleinen Armsinus mit der Leibeshöhle durch Injectionen endgültig festgestellt zu haben. Dagegen irrte er, indem er eine Verbindung der grossen Armsinus mit der Leibeshöhle durch die von ihm vésicule intermédiaire genannte Ausstülpung der Leibeshöhle annahm. Vogt hatte, wie dies auch die späteren Beobachter bestätigten, das Abgeschlossensein des grossen Armsinus erkannt.

Hancock giebt eine ausführliche Beschreibung des Blutgefässsystems der Arme; in diesem Punkte aber verband er Richtiges und Unrichtiges zu einem Ganzen, was durch seine ungenügenden technischen Hülfsmittel sich verstehen lässt. Er hielt den Hauptarmnerven für das zuführende Armgefäss, den kleinen Armsinus für das rückführende Gefäss, dazu beschreibt er noch zwei complicirte Plexus und die in den Cirren aufsteigenden Gefässe. van Bemmelen hat die Irrthümer Hancock's richtig gestellt, indem er sein zuführendes Gefäss als Nerven erkannte und die Plexus Hancock's auf die sternförmig verästelten Zellen der Stützsubstanz zurückführte, hat dagegen die eigentlichen Blutgefässe nicht gefunden. Wie aus diesen kurzen Angaben hervorgeht, sind nur die von Hancock beschriebenen Cirrengefässe, welche aber an der Spitze geschlossen sind, nicht, wie er glaubt, offen, Theile des wirklichen Gefässapparates. Das im kleinen Armsinus verlaufende Gefäss hat er nicht gesehen. Dasselbe ist auch nur auf guten Durchschnitten mit Sicherheit nachzuweisen. Bei *Waldheimia dilatata* allerdings kann man dasselbe und die abgehenden Cirrengefässe noch mit der Lupe in dem aufgeschnittenen kleinen Armsinus erkennen.

Wenn ich mich nun zu den Angaben Joubin's über die Arme von *Crania* im Speciellen wende, so bin ich genöthigt, zunächst eine Liste von dem zu geben, was er nicht gefunden hat, und dann das Meiste von dem, was er beobachtet haben will, gerade umzukehren.

Er hat die Armnerven, das Armgefäss, die Cirrengefässe nicht gefunden, die histologischen Verhältnisse fast gar nicht berücksichtigt. Was er als Armplexus unter der Armrinne beschreibt und abbildet (Taf. XI, Fig. 7, 8), hat mit dem Nervensystem überhaupt nichts zu thun. Es sind die verästelten Zellen der Stützsubstanz, die ihn, wie schon manchen anderen Beobachter, in die Irre geführt haben.

In grossen Bezirken der Stützsubstanz sollen Zellen fehlen. Wie ich oben gezeigt habe, sind diese überall vorhanden, nur sind sie bald etwas reichlicher, bald etwas spärlicher. Das Lacunensystem, das er besonders in der Lippe gefunden haben will und das mit dem grossen Armsinus (seinem canal de la lévre) und mit den Periösophagealkammern im Zusammenhang stehen soll, wurde ihm wieder durch die Bindegewebszellen vorgetäuscht; von einem Zusammenhang mit den genannten Organen ist keine Rede.

Was dann schliesslich die Angaben Joubin's über das Verhalten der Armsinus zu einander und zu der Leibeshöhle anlangt, so geht schon aus der Darstellung dieser Verhältnisse, die ich oben gab, zur Genüge hervor, dass er hier Dinge gesehen hat, die nicht bestehen.

Der grosse Armsinus theilt sich, wie Joubin richtig sah, in der Nähe des Oesophagus in einen oberen und einen unteren Blindsack. Der letztere soll nach ihm blind endigen, der erstere mit dem medianen Theile des kleinen Armsinus, meinem Centralsinus, in Verbindung stehen. Dies ist nicht der Fall. Beide Aeste enden blind, wie nicht nur die anatomische Untersuchung, sondern auch jede Injection zur Genüge beweist. Ebensowenig, wie diese Verbindung, besteht die von Joubin angegebene und Taf. VIII, Fig. 1 abgebildete Verbindung des Centralsinus mit der Leibeshöhle. Ich kann mir seine Darstellung nur so erklären, dass er durch die Ausdehnung des Centralsinus nach hinten zu zwischen die Blätter des ventralen Mesenteriums sich täuschen liess, denn diese beiden Blätter scheinen mir das zu sein, was er als Klappenapparat beschreibt. Den Zusammenhang der Periösophagealkammern mit dem Centralsinus erkannte er nicht, ohne Injectionen war dies auch nicht möglich.

Dagegen muss ich gegen seine Fig. 5, Taf. X, die einen Medianschnitt durch die hintere Wand des Oesophagus darstellt, einwenden, dass er das Epithel, welches die Lacunen auskleidet, sehr stark verschönert und egalisirt und die Muskelfasern ganz in die Stützsubstanz begraben hat, während sie doch, wie überall, so auch hier dem Epithel angehören.

In diesem Abschnitt der Joubin'schen Arbeit tritt ganz besonders der Uebelstand hervor, dass die Buchstabenbezeichnungen in den Figuren weder mit dem Text noch mit der Tafelerklärung übereinstimmen.

Abschnitt 6. **Der Darm mit seinen Anhängen.**

Durch den Besitz eines median am Hinterende gelegenen Afters zeigt der Darmkanal von *Crania* ein ursprünglicheres Verhalten, als bei allen übrigen Brachiopoden. Denn wo sonst noch ein After vorkommt, ist er nach der rechten Seite verlagert (*Lingula* und *Discina*); bei den Testicardines fehlt, soviel man bis jetzt weiss, stets die Afteröffnung. Von diesem wichtigen Punkte abgesehen, stimmt der Darm von *Crania* mit dem der übrigen Brachiopoden in der Hauptsache überein. Die Unterschiede, die sich finden, auf die ich bei der Betrachtung der anderen Arten eingehen werde, sind ganz unwesentlich.

Der Darm von *Crania* lässt drei Abschnitte unterscheiden: den Oesophagus, den Mitteldarm, den Enddarm.

Der Oesophagus beginnt mit der Mundöffnung, deren Lage in der Armrinne zwischen Cirren und Mundfalte (Epistom) schon geschildert wurde (vergl. Fig. 6, 52). Die Mundöffnung ist etwas in die Breite gezogen (in der Richtung der Armrinne) und senkt sich trichterförmig in den Oesophagus ein. Den Verlauf des letzteren zeigt am besten ein Medianschnitt (Fig. 52). Er wendet sich, wie man erkennt, zuerst fast horizontal nach vorn, um dann, etwa halbkreisförmig gekrümmt, nach oben und hinten zu ziehen. Dieser Theil des Schlundes ist in den schnabelartigen Vorsprung der Vorderwand des Körpers eingelagert und ist von aussen schon durch seine matt-gelblichweisse Farbe zu erkennen. Er wird umgeben von den Periösophagealkammern, zu welchen an den Seiten und hinten noch der, durch die Vereinigung des beiderseitigen kleinen Armsinus entstehende Centralsinus kommt. Das Genauere wurde im vorigen Abschnitt behandelt. In die Leibeshöhle tritt der Vorderdarm dicht unter der dorsalen Körperwand ein (Fig. 7), senkt sich dann etwas nach der Ventralseite zu und geht hier in den stark erweiterten Anfangstheil des Mitteldarmes, den Magen, über, welcher vorn an beiden Seiten die Ausführgänge zweier ansehnlicher Drüsen der sog. Leber aufnimmt. Die Magenerweiterung zeigt nahe ihrem Hinterende eine leichte Einschnürung und geht dann allmählich, sich verjüngend, in den hinteren Theil des Mitteldarmes, welchen man Dünndarm nennen könnte, über. Dieser Abschnitt zieht in der Medianlinie weiter nach hinten, fast bis an die Körperwand, bildet dann eine Schlinge, indem er sich nach links unten und vorn wendet, wieder nach hinten umkehrt, um in den stark erweiterten Enddarm einzumünden.

Der letzte Abschnitt des Enddarmes ist ein dünnes Rohr (Fig. 16). Er ist in eine kegelförmige Ausbuchtung der hinteren Körperwand eingelagert und mündet auf einer, durch diese Ausbuchtung gebildeten, kegelförmigen Hervorragung, der in der Medianlinie gelegenen Afterpapille, nach aussen.

Der Darmkanal wird, soweit er nicht von den Periösophagealkammern umschlossen ist, sondern die eigentliche Leibeshöhle durchzieht, von einem dorsalen und ventralen Mesenterium und den beiden Ileoparietalbändern festgehalten, deren Verhalten im nächsten Kapitel genauer erörtert werden soll.

Dagegen sollen hier gleich die eigenthümlichen Verhältnisse der Mesenterien am Enddarm und der im Zusammenhang mit diesem sich findende besondere Muskel, der Protrusor ani, besprochen werden. Zur Erläuterung dieser Verhältnisse dienen Fig. 16—21. Die letztere ist aus den in den dargestellten Quer- und Längsschnitten durch das Hinterende construirt und stellt das Hinterende, von der Dorsalseite betrachtet, dar. Die Körperwand ist durchsichtig gedacht. Die Lage der vier Querschnitte Fig. 17—20 ist eingetragen, ebenso die des Längsschnittes Fig. 16.

Auf dem erweiterten Theile des Enddarmes sieht man das hintere Ende des einfachen dorsalen Mesenteriums. Bei *z* weichen die beiden Blätter, aus denen man sich dasselbe entstanden denken muss, auseinander. So entsteht eine im hinteren Theile des Mesenteriums gelegene Höhle von dreieckigem

Querschnitt (Fig. 20). Die eine, ventrale Seite wird von dem Enddarm, die beiden anderen von den auseinander gewichenen Mesenterien, die ich Mesenteria lateralia nenne, begrenzt. Der Spaltraum nimmt nach hinten an Höhe zu und bei *z*, hat er sich so ausgedehnt, dass die beiden Blätter des dorsalen Mesenteriums ganz von einander getrennt sind und jedes Lateralmesenterium für sich an der dorsalen Körperwand inserirt (Fig. 19). Die Anheftung erfolgt in der Linie *y*, (Fig. 21). Der punktirte Theil der Linie *y* zeigt die Strecke, in der das Lateralmesenterium auf dem Enddarme sich befestigt. Wo die Linie *y* ausgezogen ist, hat sich das Mesenterium vom Darm losgelöst und sich mit dem entsprechenden ventralen Blatte verbunden (Fig. 18). Hinten befestigen sich die Membranen an der Leibeswand, da, wo dieselbe in die Afterpapille sich ausstülpt, in der Linie $y_{,,}$ (vergl. auch den Längsschnitt Fig. 16).

Auf der ventralen Seite sind die Verhältnisse ganz ähnliche, nur beginnt die Spaltung des Mesenteriums schon früher (vergl. die Abbildungen Fig. 16 und 20). Durch dieses eigenthümliche Verhalten der Mesenterien wird also ein hinterer Abschnitt der Leibeshöhle, den ich vorläufig Analkammer nenne, von dem Haupttheil vollständig abgetrennt. Der verengerte Theil des Enddarmes durchzieht diese Analkammer ganz frei, ohne von einem Mesenterium festgehalten zu sein (Fig. 17). Die Analkammer ist, wie die Leibeshöhle selbst, von Epithel ausgekleidet.

Diese Abgrenzung des hintersten Abschnittes der Leibeshöhle verdient besondere Aufmerksamkeit. Ob ihr eine grössere Bedeutung zukommt, muss die Entwickelungsgeschichte entscheiden.

Längs der ganzen Linie, in welcher die lateralen Mesenterien an der Leibeswand inseriren, entspringen Muskelfasern, welche den Enddarm in einem Kegelmantel umgeben und an seiner Wand sich befestigen (Fig. 21 rechts und Fig. 16). In den Fig. 18—20 sieht man die Querschnitte durch diese Fasern in einem Kranz um den Enddarm. Ich glaube, dass diese Muskelfasern den Enddarm nach aussen ziehen, und habe sie in ihrer Gesammtheit darum Protrusor ani genannt. Ich stelle mir die Wirkung folgendermassen vor: ventral (Fig. 16) ist die Körperwand bis zum Grunde der Afterpapille festgewachsen; der dorsale Theil kann durch den Levator ani gespannt werden, so dass dann die Körperwand das punctum fixum ist. In der Leibeshöhle ist der Darm jedenfalls etwas verschiebbar, so dass bei der Contraction des Protr. ani der Enddarm weiter in die Afterhöhle hineingeschoben wird.

Wie bei den meisten Brachiopoden, so findet sich auch bei *Crania* ein rechter und ein linker Leberlappen (Fig. 7, 15). Jeder Lappen ist eine acinöse Drüse, welche mit einem ansehnlichen Ausführgang in den erweiterten Anfangstheil des Mitteldarmes einmündet. Die beiden Lappen umgreifen den Darm nach der Dorsal- und Ventralseite, so dass sie in der Medianebene, durch das Mesenterium geschieden, zusammenstossen. Nach vorn zu füllen sie den Raum zwischen den Occlusores anteriores vollständig aus, nach hinten zu erstrecken sie sich etwa bis zu dem Ileoparietalband.

Der histologische Bau des Darmes und der Leber ist im Ganzen recht einfach (Fig. 64—67). Ich kann über denselben nur nach Schnitten berichten, da mir das macerirte Material verloren ging. Der Schaden ist nicht gross, da die Verhältnisse nur unwesentlich verschieden von denen bei *Terebratulina* und *Waldheimia* sind, von denen mir reichliches macerirtes Material zu Gebote stand.

Die Grundlage der Darmwand bildet eine dünne Stützlamelle, welche in der Umgebung des Vorderdarmes mit dem von Stützsubstanz gebildeten Gerüste der Periösophagealkammern und durch dieses mit der Stützsubstanz der Körperwand in Verbindung steht. Wo die Periösophagealkammern aufhören, ist die Stützlamelle ein dünnes Häutchen (Fig. 10—15, 62—65), an einzelnen Stellen, z. B. am Magen, etwas dicker. Sie setzt sich fort in die Seitenwülste, welche die dorsalen Mantelarterien tragen, in das dorsale und ventrale Mesenterium. Nach innen zu trägt die Stützmembran das Darmepithel, aussen wird sie von dem Cölomepithel überzogen, welches eine an einzelnen Stellen aus Ringfasern, an anderen aus Längsfasern bestehende Muskellage entwickelt hat.

Der ganze Vorderdarm trägt Ringmuskeln, welche anfangs den Periösophagealkammern angehören, später unter dem Cölomepithel liegen (Fig. 62, 63). Die Ringfasern erstrecken sich noch ein Stückchen weit hinter die Ausführgänge der Leber (Fig. 67). Im hinteren Theil des Magens fehlen sie vollständig und werden durch Längsfasern ersetzt; wo der Magen sich verengend in den eigentlichen Darm übergeht, fängt wieder die Ringmusculatur an. Von diesem eigenthümlichen Verhalten überzeugt man sich leicht, wenn man das betreffende Stück des Darmes der Länge nach aufschneidet und das Epithel abpinselt. Nach einem solchen Präparate ist die schematische Fig. 67 gezeichnet. Uebrigens lässt sich diese Anordnung ebenso leicht auf Flächenschnitten in sagittaler oder frontaler Richtung feststellen.

Der Enddarm hat Längsmuskeln. Das Epithel des ganzen Darmtractus ist bei *Crania*, wie bei anderen Brachiopoden durch die stellenweise enorme Länge seiner Zellen verbunden, mit äusserster Feinheit ausgezeichnet. Da die Kerne in verschiedener Höhe liegen, so sieht man auf Schnitten fast überall eine periphere Zone von dicht gedrängten Kernen, während nach innen zu die fadenartigen Enden der Zellen sich bemerklich machen (Fig. 64).

Auf Längs-, wie auf Querschnitten sieht man das Epithel an einzelnen Stellen höckerartig in das Lumen vorspringen. Es ergiebt sich daraus, dass wir es mit pyramidalen Erhebungen zu thun haben. Diese sind jedoch kein regelmässiges Vorkommniss. Nicht selten fehlen sie fast vollständig, und die innere Grenze des Epithels verläuft fast parallel der Stützlamelle. Ich glaube darum, dass die Epithelhöcker Folgeerscheinungen der Contraction der Darmmuskeln sind.

Die Zellen haben in den verschiedenen Abschnitten des Darmkanales eine verschiedene Länge. Am höchsten ist das Epithel im Mitteldarm hinter dem Magen, dann im Oesophagus (Fig. 59, 64); niedriger in dem Enddarm (Fig. 65) und in dem Magen (Fig. 62).

Die Zellen tragen Wimpern. Das Epithel zeigt einen deutlichen Stäbchensaum (Fig. 64 a). Wie schon oben bemerkt, konnte ich von *Crania* keine Isolationspräparate untersuchen, dagegen habe ich mich bei *Waldheimia* und *Terebratulina* davon überzeugt, dass jede Zelle in ein solches Stäbchen, das die Wimper trägt, endet.

Zwischen den gewöhnlichen Zellen eingestreut, durch den ganzen Darmkanal verbreitet, da und dort zu Gruppen vereinigt, im Ganzen aber nicht sehr zahlreich, kommen Secretzellen vor. Am zahlreichsten sind sie im Mitteldarm; besonders gleich hinter der Einmündung der Lebergänge traf ich regelmässig Gruppen von solchen an (Fig. 63). Sie liegen ganz in der Tiefe des Epithels, der Stützlamelle an und enthalten, wie die Secretzellen des äusseren Epithels, ein mit Eosin sich sehr intensiv färbendes, anscheinend recht consistentes Secret. Wie bei jenen, konnte ich auch bei diesen keine Ausführgänge beobachten. Solche findet man leicht bei den echten Drüsenzellen des Enddarmes (Fig. 65). Diese zeichnen sich durch einen aus feinsten, ebenfalls stark sich färbenden Körnchen bestehenden Inhalt aus. Mit ihrem kolbenförmig angeschwollenen unteren Ende sitzen sie der Stützlamelle auf, und dann sieht man sie bis zur Oberfläche des Epithels sich fortsetzen, indem sie sich so stark verschmälern, dass nur eine einzige Reihe von Körnchen noch in sie eingelagert ist[1]).

Wie bei dem Darm, so bildet auch bei der Leber die Stützsubstanz die Grundlage des ganzen Organes. Sie ist noch dünner als am Darm (Fig. 66), selbstverständlich erhält die ganze Leber einen Ueberzug des Cölomepithels. Auf die Ausführgänge des Organes setzt sich auch die Musculatur des Darmes fort. Bei den Leberläppchen selbst konnte ich keine Muskelfasern mehr nachweisen.

Das Epithel der Leberläppchen und der Ausführgänge hat einen anderen Charakter, als das des

1) Bei einem Exemplar habe ich in dem Enddarm eine Monocystidee in beträchtlicher Menge gefunden.

Darmes. Es besteht aus ansehnlichen Cylinderzellen, die Wimpern tragen. Diese sind in den Schnitten noch recht gut nachweisbar. Ausserdem habe ich mich von ihrem Vorhandensein auch bei *Terebratulina* an Macerationspräparaten überzeugt. Der Kern der Epithelzellen liegt der Basis genähert. Der nach dem Lumen zu gerichtete grössere Theil der Zelle lässt ein maschiges Plasma erkennen, wohl dadurch zu Stande gekommen, dass Secrettröpfchen aufgelöst sind. Dafür sprechen die Beobachtungen von Joubin. Ich selbst habe die frische Leber nicht untersucht.

Zwischen diesen gewöhnlichen Epithelzellen finden sich spärlich noch andere Zellen, welche ich für besondere Drüsen halten muss (Fig. 66c). Sie sind nach der Stützmembran zu kolbig verbreitert und erreichen mit verschmälertem Ende den Hohlraum. Sie enthalten ein körniges, intensiv sich färbendes Secret und einen grossen, an färbbarer Substanz armen Kern. Wieder an anderen Stellen finden sich in ähnlicher Lagerung rundliche Zellen, deren Plasma in Körnchen zerfallen ist, und deren Kern auch einen degenerirten Eindruck macht (Fig. 66b). Was sie bedeuten, ist mir unklar.

Bemerken will ich noch, dass es gar nicht leicht ist, von der Leber gute Präparate zu erhalten. Nur aus dem lebenden Thier herausgenommene und direct in die Conservirungsflüssigkeit übertragene Organe liefern solche. In ganzen Thieren ist sie meist verdorben, wenn auch die sonstige Erhaltung tadellos ist. Ebenso ist in solchen das Epithel des Magens in der Umgebung der Einmündungen der Leber alterirt. Ich glaube daraus schliessen zu können, dass das Secret der Leber eine energisch verdauende Wirkung hat. Es wäre darum wohl auch die Bezeichnung Hepatopankreas die richtigere.

Von den Angaben anderer Autoren brauche ich hier nur die von Joubin zu berücksichtigen. Joubin beschreibt die allgemeinen Verhältnisse des Darmkanales und der Leber richtig. Vor allem hat er die wichtige Eigenthümlichkeit von *Crania*, die Lage des Afters in der Medianebene am Hinterende gefunden. Dagegen übersah er das eigenthümliche Verhalten der Mesenterien, welches zur Bildung der Analkammer führt, und ebenso den Protrusor ani. Die histologischen Verhältnisse hat er nur wenig eingehend berücksichtigt. So erfahren wir von der interessanten Anordnung der Musculatur des Darmkanales gar nichts. Auch die Drüsenzellen hat er ganz übersehen.

Abschnitt 7. **Die Leibeshöhle, die Mantelsinus, die Mesenterien, die Nephridien.**

Leibeshöhle im engeren Sinne nenne ich den centralen Hohlraum des Körpers, welcher die Hauptmasse der Eingeweide umschliesst. Mit ihr in directem Zusammenhang stehen die Mantelsinus, welche Fortsätze der Leibeshöhle in den dorsalen und ventralen Mantel darstellen. Ich bemerke, dass ich, wie schon in Abschnitt 5 ausgeführt, auch die Hohlräume des Armapparates, den grossen und kleinen Armsinus, ebenso die Analkammer und die die Occlusores posteriores einschliessenden Hohlräume als Theil der Leibeshöhle betrachte, obwohl diese — bei der erwachsenen *Crania* wenigstens — in keinem directen Zusammenhang mit dem Hauptabschnitte der Leibeshöhle mehr stehen.

Die Leibeshöhle im engeren Sinne ist bei *Crania*, wie bei allen Brachiopoden, ein geräumiger Hohlraum, in welchem, durch verschiedene Mesenterien festgehalten, der Haupttheil des Darmes mit der Leber liegt, der ferner die ansehnlichsten Muskeln, grosse Theile des Blutgefässsystems und des Geschlechtsapparates nebst den Nephridien aufnimmt. Die ganze Leibeshöhle — und dies gilt auch für die Mantelsinus — wird von einem Flimmerepithel ausgekleidet, dessen platte Zellen überall an der Körperwand und den verschiedensten Organen reichlich Muskelfasern entwickeln. Das wimpernde Epithel — Cölomepithel — überzieht natürlich auch alle Organe, den Darm, die Leber, die Mesenterien.

Von Mesenterien finden sich bei *Crania*: 1) ein medianes, das eigentliche Mesenterium, 2) jederseits ein seitliches, die Ileoparietalbänder. Die bei den übrigen Brachiopoden vorkommenden Gastroparietalbänder fehlen.

Das Mesenterium durchzieht die ganze Leibeshöhle in der Medianebene und scheidet sie so in eine rechte und linke Hälfte. Es umschliesst mit seinen beiden Blättern den Darmkanal vollständig und bildet so den Peritonealüberzug desselben. Es lässt sich an ihm ein dorsal von dem Darm gelegener Theil, das dorsale Mesenterium, und ein ventral von demselben verlaufender, das ventrale Mesenterium unterscheiden. Wie oben ausgeführt, legt sich der hintere Theil des Darmes in eine S-förmige Schlinge. Dies geschieht vollständig innerhalb des Mesenteriums. Da aber der untere Theil der Schlinge aus der Medianebene weicht, so wird hier der streng dorsoventrale Verlauf des Mesenteriums etwas verändert, wie die Durchschnitte Fig. 10—12 zeigen. Das Verhalten des Mesenteriums am Hinterende, das zur Bildung der Analkammer führt, wurde schon im vorigen Abschnitt geschildert; ebenso wurde schon in Abschnitt 5 gezeigt, wie zwischen die beiden Blätter des ventralen Mesenteriums ein Fortsatz des Centralsinus eindringt.

Die Ileoparietalbänder entspringen (Fig. 7) jederseits in der Gegend des Darmes, wo der sog. Magen durch eine Einschnürung von dem übrigen Mitteldarme sich absetzt. Die Ursprungslinie verläuft im Bogen von der Dorsalseite etwas nach hinten und unten, dann nach unten und vorn.

Die Insertion der Ileoparietalbänder am Darme wird dadurch etwas complicirt, dass der freie, das gemeinschaftliche Mantelgefäss tragende Rand nicht direct nach der Seite zu liegt, sondern nach vorn gerichtet ist, so dass das Band selbst ein Stück weit von der Insertion nach vorn zu auf den Darm zu liegen kommt. Dadurch entstehen rechts und links von dem dorsalen Septum je eine vorn offene, nach rückwärts blind geschlossene Tasche, die besonders auf Querschnitten (Fig. 113 *) leicht zu Verwechselungen Anlass geben können. Auf seitlichen Längsschnitten durch die Insertion des Ileoparietalbandes tritt dieses Verhalten deutlich hervor (Fig. 115).

Der unmittelbar an den Darm sich ansetzende Theil des Mesenteriums ist eine dreieckige Platte, welche an den Rändern durch stärkere Balken der Stützsubstanz grössere Festigkeit erhält. An der lateralen Spitze des Dreieckes ist das Verhalten ein etwas eigenthümliches. Dies wird besser durch die bildliche Darstellung (Fig. 7) klar als durch eine lange Beschreibung.

Mit der starken Verschmälerung des Ileoparietalbandes tritt hier eine Drehung seiner Flächen und gleichzeitig ein Zerfall in drei Theile ein. Der erste Theil verläuft längs der ganzen Seite des Darmes (Fig. 7, 116) nach vorn und inserirt, sich etwas verbreiternd, an der vorderen Körperwand, gerade unterhalb des Einganges in den dorsalen Mantelsinus seiner Seite. An seinem Rande verläuft das dorsale Mantelgefäss. Vielleicht entspricht dieser Theil dem Gastroparietalband der übrigen Brachiopoden. Der zweite Theil ist das Aufhängeband des Nephridiums (Fig. 7). Er wendet sich nach der Seite, vorwärts und abwärts hinter den Occlusor anterior verlaufend, und ist auf dem Trichter des Nephridiums noch nachzuweisen (Fig. 107, 108). Auf ihm verläuft das ventrale Mantelgefäss. Der dritte Theil endlich ist der umfangreichste. Er ist durch eine schmale Spalte von dem Aufhängeband des Nephridiums getrennt und wendet sich nach hinten und der Seite zu. Er hat zwei freie Ränder. Der eine mediale kehrt sich nach dem Darme zu, der andere nach vorn gegen das Aufhängeband des Nephridiums. Die Insertion dieses Theiles ist sehr ausgedehnt. Der mediale Rand erreicht die hintere Körperwand und inserirt sich hier etwas nach der dorsalen Seite zu. Von da aus verläuft die Insertion (Fig. 7 die punktirte Linie) immer an der dorsalen Körperwand vor dem Occlusor posterior herum bis in die lateral von demselben gelegene Tasche der Leibeshöhle, in welcher der obere schiefe Muskel inserirt. Von dem Punkte, wo der mediale Rand die hintere Körperwand erreicht, setzt sich das Ileoparietalband an der dorsalen Körperwand noch ein Stück

weit nach vorn parallel der Medianebene fort, als Aufhängeband des Endabschnittes des rücklaufenden Genitalgefässes (Fig. 7, 11).

Die Mesenterien und die verschiedenen Theile des Ileoparietalbandes bestehen alle aus einer Grundlage von Stützsubstanz und sind von dem Cölomepithel überzogen. Das dorsale Mesenterium ist in seinem mittleren Theile reichlich mit Muskelfasern ausgestattet (Fig. 43). Solche finden sich auch am Ursprunge der Ileoparietalbänder.

Die Mantelsinus sind bei *Crania* in Vierzahl vorhanden, zwei dorsale und zwei ventrale. Die beiden dorsalen entspringen aus der Leibeshöhle nahe bei einander an der vorderen Körperwand, gerade oberhalb der Insertionen der Protractores brachiorum. Von den ventralen entspringt der eine an der rechten, der andere an der linken Körperwand zwischen den Occlusores anteriores und posteriores. Der Eingang liegt dem ersteren näher, gerade unter dem Nephridium.

Das Verhalten der Sinus im Mantel wurde schon im Abschnitt 2 beschrieben. Sie sind, wie die Leibeshöhle überhaupt, vom Cölomepithel ausgekleidet, das auf der der Mantelhöhle zugekehrten Seite reichlich Muskelfasern entwickelt, die ganz regelmässig vom Rande des Sinus nach der Mittellinie desselben verlaufen (Fig. 39). In dieser Mittellinie verläuft das Aufhängeband des dem betreffenden Sinusast zukommenden Gefässes. Die am Boden der Mantelsinus quer verlaufenden Fasern, die auch bei anderen Brachiopoden vorkommen, wurden von Hancock ganz richtig als Muskelfasern betrachtet. Dies geht schon aus ihrem histologischen Verhalten und ihrer Beziehung zum Epithel zweifellos hervor. Es wird ihre Muskelnatur aber ganz unwiderleglich dadurch bewiesen, dass ich die zutretenden Nerven sehen konnte, ferner sieht man oft in einem Präparat neben einander einen Querschnitt durch einen Sinus, an welchem die Oberfläche des Epithels ganz glatt ist — die Muskelfasern sind erschlafft — und einen anderen, an welchem Stützlamelle und Epithel in dichte Falten gelegt sind — die Muskelfasern sind contrahirt. Weiter sind, wie Fig. 30b zeigt, gerade über den Rändern der Sinus, wo die Muskelfasern an der Stützlamelle inseriren, die für Muskelansätze ganz charakteristischen Haftzellen entwickelt, deren Fasern man deutlich in die Stützsubstanz hinein verfolgen kann. Die Muskelfasern haben jedenfalls die nicht unwichtige Function, die Herausbeförderung der Geschlechtsproducte aus den Sinus zu unterstützen. Die Bewegung der Leibeshöhlenflüssigkeit wird wohl hauptsächlich durch Wimperaction des Cölomepithels geschehen (Macdonald und Semper bei *Lingula*). Van Bemmelen glaubte die Muskelnatur dieser Fasern bestreiten zu müssen und hat dafür den etwas eigenthümlichen Grund geltend gemacht, dass manche Brachiopoden in der Wand der Mantelsinus Kalkkörper hätten, die bei der Action dieser Muskeln zerbrechen würden! Zerbrechen etwa die Holothurien ihre Kalkkörperchen?

Die Nephridien von *Crania* stimmen in allen wesentlichen Beziehungen mit denen der übrigen Brachiopoden überein, die von fast allen Beobachtern richtig beschrieben, wenn auch von manchen älteren fälschlich als Herzen gedeutet wurden.

Crania hat zwei Nephridien, welche den Ileoparietalbändern angehören. Wie schon bei der Betrachtung dieser ausgeführt wurde, zerfällt jedes derselben in einen hinteren, umfangreicheren und einen vorderen, bandartigen Theil. Dieser bildet das Aufhängeband für das Nephridium (Fig. 7) und geht direct in den vorderen längeren Zipfel des Trichters über. Die Nephridien selbst (Fig. 104) sind kurz-schlauchförmige Organe, die mit einer weiten, plattgedrückt-trichterförmigen Oeffnung in der Leibeshöhle beginnen. An den Trichter schliesst sich der schlauchförmige, ungefähr dorsoventral plattgedrückte Hauptheil des Nephridiums an, der unter dem Obliquus inferior hindurch nach vorn zieht, um dann an der Seite des Körpers (Fig. 8, 109) mit einer schief nach aussen und oben gerichteten Oeffnung zu endigen. Der Trichter zieht sich in zwei Zipfel aus, von welchen der vordere an dem Aufhängeband befestigt ist, und

zwar so, dass das letztere in der Mittellinie der äusseren (vorderen) Fläche des Lappens sich ansetzt (Fig. 108). In seinem freien Rande trägt es das ventrale Mantelgefäss. Der hintere, kürzere Zipfel des Trichters befestigt sich an der vorderen Wand der Scheide des Occlusor posterior (Fig. 7). Auch der nach der Seite gerichtete Theil des röhrenförmigen Theiles ist in dieser Weise befestigt. In dem Winkel, den die Occlusorscheide mit der Körperwand bildet, biegt sich das Nephridium nach vorn um und ist dann mit seinem äusseren Rande an der Körperwand befestigt.

Unter dem Nephridium liegt die Eingangsöffnung in den ventralen Mantelsinus (Fig. 11—13, 105, 106), unter einer einspringenden Falte der Seitenwand des Körpers. Da, wo das Nephridium sich nach vorn umbiegt (Fig. 106 *), tritt das Aufhängeband mit dem Mantelgefäss von dem Rande des Nephridiums auf die Falte der Seitenwand über und von da mit dem Gefäss in den Mantelsinus ein. Von dieser Stelle an ist dann das Nephridium durch einen Fortsatz des Aufhängebandes, der sich zwischen seinem Vorderrande und der Körperwand ausspannt, mit dieser verbunden (Fig. 12, 13, 105). Während der Trichter und der auf ihn folgende Theil des Nephridiums mit seiner breiten Seite annähernd horizontal (ein wenig von hinten nach vorn geneigt) liegt, dreht sich der an der Seitenwand zwischen dieser und dem Occlusor anterior verlaufende Endabschnitt so, dass seine Breitseite der Körperwand anliegt. So kommt dann die eine im hinteren Abschnitt nach vorn gegen den Occlusor anterior gerichtete schmale Seite mehr nach der Ventralseite zu zu liegen (Fig. 13).

Was den feineren Bau der Nephridien anlangt, so bildet auch hier wieder die Stützsubstanz die Grundlage des Organes (Fig. 110). Die Röhre wird ausgekleidet von einem wimpernden Cylinderepithel, zwischen dessen Zellen, nicht gerade zahlreich, Secretzellen sich finden. Die Wimperzellen sind in ihrem dem Hohlraum des Organes zugekehrten Theile mit gelblich gefärbten Körnchen angefüllt, wie sie auch bei anderen Brachiopoden beobachtet sind. Am Trichter hat das Epithel eine etwas andere Beschaffenheit (Fig. 111), die Zellen sind viel höher und schmäler und die Secretzellen sehr reichlich. Die Oberfläche des Epithels ist hier gewulstet, wie es Fig. 104 zeigt.

Die Leibeshöhle ist von einer coagulirenden, zellenhaltigen Flüssigkeit erfüllt. Die Zellen sind nicht sehr zahlreich. Ich habe die Leibeshöhlenflüssigkeit von *Crania* nicht frisch untersucht, nehme aber nach Analogie mit den übrigen von mir darauf in frischem Zustand geprüften Brachiopoden an, dass die Zellen amöboid sind. [Die Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit von *Lingula*, die sog. Blutkörperchen, dürften wohl nicht oder nur in beschränktem Maasse amöboid sein.] Bei *Waldheimia cranium* und *Terebratulina caput serpentis* sind die Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit sehr reichlich und recht gross, sie bilden ganze Netze, welche sich besonders schön darstellen lassen, wenn man Thieren einen Tropfen Tusche in die Leibeshöhle bringt und sie noch einige Stunden am Leben lässt. Die Tuschekörnchen werden von den Zellen aufgenommen, und solche Präparate gehören zu den zierlichsten, die ich kenne.

Wie schon früher angegeben, ist die in den Armsinus und den Scheiden der Occlusores posteriores eingeschlossene Flüssigkeit ebenfalls zellenhaltig.

Von einer Färbung der Leibeshöhlenflüssigkeit habe ich nichts bemerkt.

Die in diesem Abschnitte behandelten Organisationsverhältnisse hat Joubin im Ganzen richtig dargestellt, wenigstens insofern sie ohne besondere Schwierigkeit zu sehen sind.

Abschnitt 8. **Das Blutgefässsystem.**

Der am meisten umstrittene Punkt in der Anatomie der Brachiopoden ist das Blutgefässsystem. Hancock hat ein reich entwickeltes Gefässsystem mit einem Centralorgan, Herzen, beschrieben. Alle

neueren Untersucher haben dieses System entweder gar nicht gefunden oder, wenn sie einzelne Theile desselben sahen, glaubten sie dasselbe durchaus nicht als Blutgefässsystem betrachten zu müssen. Trotzdem besteht dasselbe und ist in seinen Haupttheilen an gut conservirtem Material sicher, wenn auch nicht immer leicht aufzufinden. Ich freue mich, Hancock's Ergebnisse in wesentlichen Punkten bestätigen und weiter ausführen zu können. Die Darstellung, welche der englische Anatom von dem Blutgefässsystem giebt, ist ein glänzendes Zeugniss für seine präparatorische Kunst und sein richtiges Urtheil. Allerdings stellte er das Gefässsystem in seinen peripheren Theilen complicirter dar, als es ist. Ich habe schon oben gezeigt, dass das von ihm beschriebene Lacunensystem nichts mit dem Blutgefässsystem zu thun hat. Wenn man aber bedenkt, dass dies nur durch genaue histologische Untersuchung nachzuweisen ist, so wird man seinen Irrthum gern entschuldigen. Mit der heutigen Färbetechnik ist es allerdings nicht schwer zu finden, dass Hancock's Lacunensystem durch sternförmig verästelte Secretkörperchen haltende Zellen ihm vorgetäuscht wurde. Zu seiner Zeit aber war dies anders. Alles, was man ohne Färbung und ohne gute Schnitte von dem Blutgefässsystem sehen kann, hat Hancock richtig gesehen. Ich habe schon beim Beginn meiner Untersuchungen dem Blutgefässsystem besondere Aufmerksamkeit geschenkt, ihm galt auch hauptsächlich die vorläufige Mittheilung, die ich 1885 veröffentlichte (1) und welche von den nachfolgenden Untersuchern der Brachiopodenanatomie, so besonders von Joubin, Vogt und Young, nicht weiter berücksichtigt wurde.

Ich schrieb damals: »Das von Hancock beschriebene Herz der Brachiopoden ist ein contractiles Organ. Ich habe mich davon an vielen Exemplaren von *Terebratulina* und *Waldheimia* überzeugt. Wenn man bei einer *Terebratulina* z. B. die dorsale Schale rasch spaltet und mit einigen Schnitten Darm mit Herz und Leber herauspräparirt und denselben in ein Schälchen mit Seewasser bringt, so gelingt es leicht, schon mit der Lupe die Contractionen des Herzens zu beobachten; dieselben verlaufen ziemlich langsam. Bei einem Exemplar von *Terebratulina* konnte ich z. B. 30 Contractionen beobachten, die in Intervallen von ungefähr 30—40 Secunden aufeinander folgten, und mein Freund, Herr cand. Hilger, hat sich ebenfalls davon überzeugt.

Die histologische Untersuchung ergiebt in dem Herzen verzweigte Muskelplatten, auf deren feineren Bau ich hier ohne Abbildungen nicht näher eingehen kann.

Auch die von Hancock beschriebenen Gefässe existiren. So findet sich die von ihm angegebene, dorsal über den Darm, vom Herzen nach vorn ziehende Vene, welche weiter nichts ist als ein Spaltraum zwischen den beiden Blättern des Mesenteriums, ebenso sind wahrscheinlich die Genitalarterien zu betrachten, die in der von Hancock angegebenen Weise verlaufen.

Bei der Beschreibung des Gefässsystems der Arme sind bei Hancock einige Irrthümer untergelaufen, was sehr zu entschuldigen ist einerseits mit der Schwierigkeit des Materials, andererseits mit den ungenügenden optischen Hülfsmitteln, die ihm zu Gebote standen.

Meine Untersuchungen ergaben nun, dass an der Medianseite des sog. kleinen Armsinus, also ungefähr unter der Armfalte (aber im Sinus selbst), ein Gefäss verläuft, von welchem feine Aeste zu den Cirren abgehen, ungefähr so, wie dies Hancock in Fig. 3, Taf. LVIII abgebildet hat. Er hat das eben erwähnte, im kleinen Armsinus verlaufende Gefäss jedoch nicht gesehen — es ist dies überhaupt nur auf guten Querschnitten deutlich zu beobachten — sondern lässt die Cirrengefässe aus dem sog. grossen Armplexus entspringen. Was er als Armarterie, afferent brachial canal bezeichnet, ist, wie van Bemmelen richtig vermuthet, der supraösophageale Armnerv, der an der äusseren Seite der Armfalte verläuft. Ebenso haben die von Hancock beschriebenen Plexus mit dem Blutgefässsystem nichts zu thun, sondern entsprechen verästelten Bindegewebszellen, welche in dem die Grundlage der Arme und der Körperwand bildenden Bindegewebe

reichlich verbreitet sind und, untereinander anastomosirend, ganze Netze bilden. Dass Hancock bei *Waldheimia* den »afferent brachial canal« nicht deutlich sehen konnte, kommt daher, dass bei den Waldheimien der Armnerv, der übrigens an derselben Stelle verläuft, wie bei den übrigen Brachiopoden, lange nicht so deutlich zu sehen ist, wie z. B. bei *Rhynchonella* oder *Terebratulina*.

Das von mir angegebene Armgefäss und die davon abgehenden Cirrengefässe finden sich in der ganzen Länge des kleinen Armsinus. Es läuft geschlossen hinter dem Oesophagus herum, giebt zu beiden Seiten desselben jedoch zwei kurze Aestchen ab, welche in die Lückenräume in der Umgebung des Oesophagus einmünden (*Waldheimia cranium*). Dieses Gefässsystem der Arme scheint nur durch die Lückenräume in der Umgebung des Oesophagus mit der sog. Vene und so auch mit dem Herzen zu communiciren.

Das Herz und Gefässsystem habe ich bis jetzt im Grossen und Ganzen übereinstimmend bei folgenden Formen beobachtet: *Waldheimia septata* und *cranium*, *Terebratulina caput serpentis*, *Rhynchonella psittacea*, *Argiope neapolitana* und *decollata*, *Lingula anatina*. [Heute könnte ich diese Liste noch vergrössern, und ich habe die Ueberzeugung, dass dieselben Verhältnisse bei allen Brachiopoden wiederkehren.] Etwas abweichend sind die Verhältnisse bei *Crania anomala*, wo allerdings die sog. Vene dorsal vom Darm und die beiden Genitalarterienpaare sich in derselben Weise wie bei den schon oben erwähnten Formen finden. Statt eines Herzens finden sich hier jedoch zwei grössere und mehrere kleinere Aussackungen am hinteren Ende der sog. Vene, die auch histologisch eine einfachere Structur zeigen, als z. B. das Herz von *Terebratulina* und *Waldheimia*. Auch das Gefässsystem der Arme verhält sich etwas anders und ist bei weitem schwieriger zu beobachten, als z. B. bei *Waldheimia*. Sehr gewöhnlich trifft man bei *Crania* die Gefässe und Aussackungen der sog. Vene mit einem gelblichen bis grünlichen Gerinnsel (ohne Zellen) angefüllt. Dasselbe findet sich auch bei anderen Brachiopoden.«

Wie die nachfolgende ausführliche Darstellung des Blutgefässsystems von *Crania* zeigen wird, hat diese kurze Darstellung fast Wort für Wort das Richtige getroffen. Die damals vermuthete Abweichung im Bau der Armgefässe von *Crania* ist durch neue Beobachtungen beseitigt, und so ergiebt sich bei allen bis jetzt untersuchten Brachiopoden, wie bei anderen Organsystemen so auch im Blutgefässsystem, eine willkommene Uebereinstimmung in allen wesentlichen Punkten.

Präparatorisch lässt sich bei der geringen Grösse des Objectes von dem Blutgefässsystem nicht viel darstellen. Dagegen gelingt es nicht schwer, auf guten Schnittserien dasselbe zu verfolgen. Die Herzen (Gefässanhänge) lassen sich allerdings schon mit der Lupe erkennen.

Wenn man ein Thier von der Rückseite öffnet (Fig. 7, 10—15), so sieht man bei aufmerksamer Betrachtung auf dem hinteren Theile des Magens, rechts und links vom Mesenterium, eine Anzahl gelblicher, etwa birnförmiger Bläschen. Diese, dem einfachen Herzen der meisten übrigen Brachiopoden entsprechend, stehen mit dem zwischen den beiden, oberhalb des Darmes auseinanderweichenden Blättern des dorsalen Mesenteriums bestehenden dreieckigen Spaltraum, dem Rückengefäss, in offener Verbindung. Das Rückengefäss erstreckt sich auf dem Darme nach vorn bis zu der Stelle, wo der Oesophagus in die Periösophagealkammern eintritt. Hier tritt es ebenfalls in diese ein, wie sich unschwer feststellen lässt. Von da aus dasselbe weiter zu verfolgen, gehört zu den schwierigsten Aufgaben. Es scheint sich in den Periösophagealkammern aufzulösen.

Vielfach wiederholte Untersuchung hat mich jedoch zu der Ueberzeugung geführt, dass dies nicht der Fall ist. Vor allem waren mir dafür auch die Injectionen in den kleinen Armsinus massgebend. Wie ich in Abschnitt 5 gezeigt habe, ist es ein Leichtes, von diesem aus den Centralsinus und die Periösophagealkammern vollständig anzufüllen. Obwohl nun bei einer ziemlich grossen Zahl von Thieren die Injectionen sehr gut gelungen waren, und die Periösophagealkammern und bei einzelnen, wenn höherer Druck angewendet

wurde, die Nervenkanäle aufs Beste angefüllt waren, so war die Masse doch nie in die Gefässe, besonders auch nicht in das Rückengefäss, das ein ziemlich bedeutendes Lumen hat, eingedrungen. Schon daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass eine Verbindung der Periösophagealkammern mit den Gefässen nicht besteht. Ich glaube mich aber auch durch das sorgfältige Studium von Schnittserien von dem Fehlen einer solchen Verbindung überzeugt zu haben. Das Rückengefäss theilt sich nach seinem Eintritt in die Kammern in einen rechten und linken Ast. Davon habe ich mich an einem Präparat, in welchem diese beiden Aeste durch Blutgerinnsel leicht zu erkennen waren, vergewissert. Diese beiden Aeste sind in Fig. 7 noch angegeben. Sie laufen auf dem Oesophagus abwärts und seitwärts, durchsetzen die Periösophagealkammern und treten in das dieselben vorn und an den Seiten noch ein Stückchen weit dicht umschliessende Stützgewebe ein; nach kurzem Verlauf in demselben treten sie an der vorderen, seitlichen Wand in den Centralsinus über und sind hier wieder leicht zu verfolgen. Sie laufen, mit ziemlich weitem Lumen, nach abwärts (Fig. 53, 58), wenden sich nach hinten zu dem Eingang in den kleinen Armsinus. Ehe sie als Armgefässe in denselben eintreten, giebt jedes ein medianwärts gerichtetes Aestchen ab. Diese beiden Aestchen verlaufen auf dem Boden des Centralsinus (Fig. 52, 53, 58) vor den Eingängen in die Cirrenkanäle und verbinden sich in der Mitte. Sie bilden zusammen das Verbindungsgefäss zwischem dem rechten und dem linken Armgefäss. Das Verbindungsgefäss entsendet in jeden Cirrus hinter dem Munde ein an dessen der Mund- (Arm-) Rinne zugekehrten Seite auf den inneren Cirrenmuskeln bis zur Spitze verlaufendes und dort blind geschlossen endendes Gefäss.

Die Armgefässe verlaufen nach ihrem Eintritt in den kleinen Armsinus ebenfalls vor den Eingängen der Cirrenkanäle — also nach der Armfalte zu — und geben ebenfalls in jeden Cirrus ein aufsteigendes Gefäss ab (Fig. 51, 54—58). Sie verlaufen dann in der gleichen relativen Lage durch den ganzen kleinen Armsinus bis zur Spitze der Arme, regelmässig die Cirren mit Gefässen versorgend. Dieser Theil des Gefässsystems wurde schon bei den Armen (Abschnitt 5) behandelt.

Das Rückengefäss theilt sich in der Herzregion nach hinten zu in zwei Gefässe (Fig. 113), die gemeinschaftlichen Mantelgefässe, denen auch noch Herzen ansitzen. Die gemeinschaftlichen Mantelgefässe treten nach den Seiten aus dem Mesenterium aus auf den vorderen Rand der Ileoparietalbänder (Fig. 115). Jedes theilt sich in einen vorderen und hinteren Stamm: das dorsale und das ventrale Mantelgefäss

Das erstere wendet sich auf dem Ileoparietalband nach vorn und tritt ganz nahe an den Darm heran. Es verläuft an der Wand des Mittel- und eines Theiles des Vorderdarmes entlang, und zwar liegt es auf einer über die äussere Oberfläche des Darmes hervorragenden Leiste aus Stützsubstanz (Fig. 12—15, 53—55, 116). Diese Leiste verbreitert sich nach vorn zu etwas und inserirt an der vorderen Körperwand zwischen Darm und medialer Fläche des Occlusor anterior, also unter dem Eingang in den dorsalen Mantelsinus der betreffenden Seite (Fig. 7). Das Gefäss tritt in den Mantelsinus ein und biegt, in der Mittellinie des Stammes verlaufend, nach der Seite und nach hinten um. In jeden Zweig des Sinus entsendet das Gefäss ebenfalls einen Zweig, der, bis an die Spitze des einzelnen Theilsinus verlaufend, hier blind endet. Die in die Mantelsinus eingelagerten Gefässe verlaufen auf einer Leiste der Stützlamelle (Aufhängeband), welche von der inneren, der Mantelhöhle zugekehrten Wand des Sinus sich erhebt (Fig. 121—123, 28).

In dem Cölomepithel der in den Mantelsinus verlaufenden Gefässe entstehen die Geschlechtsproducte. Ueber das Verhalten der Gefässe in dieser Region siehe den nächsten Abschnitt.

Der andere Ast des gemeinsamen Mantelgefässes gelangt in den ventralen Mantelsinus seiner Seite und zwar auf folgendem Wege. Nachdem er sich von dem oberen Mantelgefäss getrennt hat, läuft er am hinteren Rande des Ileoparietalbandes entlang, kommt dann über die Unterseite desselben auf den vorderen, schmalen Theil desselben, das Aufhängeband des Nephridiums, läuft an diesem entlang, kommt dann auf den vorderen Rand des Nephridiums selbst, wo er auch auf dem Rande einer Leiste der Stützsubstanz ver-

läuft (Fig. 7, 12, 108—105). Dann tritt er um den vorderen und unteren Rand des Nephridiums herum, verläuft eine ganz kurze Strecke über die Seitenwand des Körpers, um in den ventralen Mantelsinus der betreffenden Seite einzutreten. Hier verhält sich das Mantelgefäss ebenso wie das des dorsalen Mantelsinus.

Da, wo das ventrale Mantelgefäss unter dem gedachten Theile des Ileoparietalbandes durchtritt, um auf das Aufhängeband des Nephridiums zu kommen, giebt es zwei Aeste ab (Fig. 7), von welchen der eine — ich nenne ihn rücklaufenden Ast — am medialen Rande des Ileoparietalbandes gegen die hintere Körperwand verläuft, dort dem auf die Dorsalwand sich umschlagenden Rande des Ileoparietalbandes folgend, nach vorn zieht, um ungefähr in der Höhe der Herzen blind zu endigen (Fig. 11, 117). Der andere — Seitenast — folgt dem vorderen freien Rande des Ileoparietalbandes bis in die Tasche des oberen schiefen Muskels hinein, um hier ebenfalls blind zu enden (Fig. 10, 42). Zwischen diesen, am vorderen und medialen Rande des Ileoparietalbandes verlaufenden Gefässen bestehen auf der unteren (ventralen) Fläche des Bandes netzartige Anastomosen, von welchen sich senkrecht zur Fläche blind endigende Aeste erheben. Auf der Wand derselben entstehen die Geschlechtsproducte (Fig. 118). Das Genauere hierüber im folgenden Abschnitt [1]).

Die Betrachtung der feineren Verhältnisse des Blutgefässapparates beginnen wir naturgemäss mit dem Bau der Herzwandung. Die Untersuchung der Herzwand gehört mit zu den schwierigsten Aufgaben in der Histologie der Brachiopoden, besonders bei den grösseren Formen, wo entsprechend der bedeutenderen Grösse des Herzens auch die Wandung complicirter gebaut ist. Bei *Crania* liegen die Verhältnisse etwas einfacher. Man muss zur Untersuchung solche Präparate sich aussuchen, wo die Herzen möglichst frei von Gerinnseln sind, oder wo diese sich von der Herzwand losgelöst haben. Nach solchen sind die Fig. 112, 113 gezeichnet. Auf der Herzwand sind die Zellen des Cölomepithels grösser und weniger plattgedrückt, im Ganzen etwa cubisch, mit gerundeter Oberfläche in die Leibeshöhle vorspringend.

Unter diesen Zellen nach dem Hohlraume zu liegt eine zarte Lamelle aus Stützsubstanz, die aber keinen so compacten Eindruck macht, wie die Stützsubstanz an anderen Stellen. Zwischen Cölomepithel und Stützlamelle, stellenweise vielleicht auch in die letztere eingesenkt, verlaufen unregelmässig angeordnete Muskelfasern (*M* Fig. 112, 113). Diese sind sehr fein, lassen sich aber doch an Eosin-Hämatoxylinpräparaten, noch besser an solchen, die mit Indigocarmin-Boraxcarmin gefärbt sind, mit Sicherheit nachweisen. Man darf diese feinsten Fäserchen mit um so mehr Recht als Muskelfasern betrachten, als im Herzen von *Terebratulina* und *Waldheimia*, wie hier vorläufig bemerkt werden mag, solche viel leichter sich erkennen lassen, weil sie viel kräftiger sind. Hier sind es verzweigte, vielfach durcheinander gefilzte Muskelplatten, deren Zusammenhang mit den ansehnlichen, beutelartig über die Oberfläche vorspringenden Zellen des Cölomepithels ich nachweisen konnte. Zudem sehen wir bei *Crania* in nächster Nähe der Herzen auf der Wand des Rückengefässes kräftige, zweifellose Längsmuskelfasern (Fig. 112 *M*).

1) Ich halte es für zweckmässig, hier einiges über die Art der Untersuchung dieser complicirten Gefässverhältnisse anzufügen. Man erhält von den Gefässursprüngen Uebersichtspräparate, wenn man die entsprechende Region des Darmes mit den Ursprüngen der Ileoparietalbänder herauspräparirt, den Darm auf der ventralen Seite durch einen Längsschnitt öffnet und das Epithel abpinselt. Man kann die Gefässe jedoch nur dann gut verfolgen, wenn sie durch Gerinnsel angefüllt sind. Vorsicht ist hier nothwendig, um nicht durch die stärkeren Züge der Stützsubstanz sich täuschen zu lassen. Ganz sichere Resultate liefern Schnittserien. Alle meine Angaben sind auf zahlreichen Serien controllirt. Auch hier ist es besonders günstig, wenn Gerinnsel die Gefässe erfüllen. Diese färben sich mit Eosin auffallend intensiv, so dass dann die Gefässe wie mit einer dunkelrothen Masse injicirt erscheinen. Auf Flächenpräparaten des Ileoparietalbandes sieht man von dem auf demselben befindlichen Gefässnetze nur Spuren, weil man dasselbe beim Entfernen der Geschlechtsorgane grösstentheils mit abreisst. Auf Schnitten überzeugt man sich leicht von seinem Vorhandensein.

Die Herzen lassen sich also auch durch die anatomische Untersuchung als contractile Organe erkennen.

Der Hohlraum der Herzen wird ebenso wie der des Rückengefässes von einem Endothel ausgekleidet.

Das Rückengefäss (Fig. 114) hat eine kräftige Wand, die der Hauptmasse nach aus Stützsubstanz besteht. Man kann dasselbe als zwischen den beiden Blättern des Mesenteriums (Cölomsackwandungen) gelegenen Spaltraum, also als einen Rest der primären Leibeshöhle betrachten.

Ob den übrigen Gefässen allen eine Stützlamelle zukommt, ist bei der geringen Grösse der meisten Gefässe kaum zu entscheiden. In den Arm- und Cirrengefässen konnte ich mich nicht mit Sicherheit von ihrem Vorhandensein überzeugen. Allerdings halte ich es nach den Resultaten bei anderen Formen für wahrscheinlich, dass noch eine feinste Lage Stützsubstanz vorhanden ist. Bei den auf den Ileoparietalbändern sich erhebenden Gefässzotten und den Verzweigungen der Genitalarterien im Mantel ist sicher eine solche der Stützlamelle angehörende Wandung vorhanden (Fig. 118, 123). Im Inneren dieser Gefässe sieht man, da und dort der Wand ansitzend, mit gelblichen Körnchen erfüllte Zellen, wie sie auch sonst vorkommen. Diese sind wohl als Endothelzellen zu betrachten.

Ueber die Blutflüssigkeit kann ich nur nach conservirten Thieren berichten, da es natürlich ein Ding der Unmöglichkeit ist, dieselbe an frischem Material zu untersuchen. An Thieren, die mit Sublimat conservirt wurden, kommen fast regelmässig massige Gerinnsel in den Gefässen vor. Ganz besonders trifft man sie in den Herzen, welche oft prall von der geronnenen Masse angefüllt sind (Fig. 112). Nur ausnahmsweise sind sie frei von solchen (Fig. 113). Ebenso sieht man compacte Gerinnsel fast stets im Rückengefäss und den übrigen grösseren Gefässen. Gerade die Gerinnsel erleichtern das Verfolgen der Gefässe auf Schnitten ganz bedeutend. In den feineren Gefässen, besonders den Cirrengefässen, beobachtet man sie auch von Strecke zu Strecke. Durch die Alkoholwirkung ist das Gerinnsel meist stark contrahirt und hat sich von der Gefässwand zurückgezogen, besonders im Rückengefäss. Wo die Wand weniger widerstandsfähig ist, wie in den Herzen, löst sich das Gerinnsel oft nicht von der Wand. Dazu mag noch beitragen, dass die Herzen beim Abtödten der Thiere sich häufig contrahiren.

An ungefärbten Präparaten sieht das Gerinnsel gelblich aus. Mit Eosin färbt sich dasselbe intensiv. Nach dem compacten Eindruck, den die Gerinnsel machen, muss die Blutflüssigkeit ziemlich viel coagulirbare Substanz enthalten.

Die Frage, ob in dem Blute Zellen vorhanden sind, kann ich nicht sicher entscheiden. Allerdings findet man da und dort Zellen in den Gefässen. Im Ganzen sind sie aber recht spärlich, und es ist schwer zu entscheiden, ob es sich nicht um losgelöste Endothelzellen handelt.

Jedenfalls ist sicher, dass das Gefässsystem von *Crania* — und das gilt auch für die anderen Brachiopoden — eine specifische, coagulirbare, im Leben wahrscheinlich schwach gelblich oder röthlich gefärbte Flüssigkeit enthält, sich also auch dadurch als echtes Blutgefässsystem, wie es von vielen Wirbellosen bekannt ist, zu erkennen giebt. Ob Zellen in der Flüssigkeit sind oder nicht, thut nichts zur Sache.

Auf die Art und Weise, wie man sich die Function dieses Gefässsystems vorstellen kann, werde ich in dem allgemeinen Abschnitt eingehen.

Die Beziehungen zu anderen Thiergruppen, welche sich für die Brachiopoden durch die Beschaffenheit des Gefässapparates ergeben, liegen ganz klar. Ich habe darauf bereits an anderer Stelle hingewiesen (No. 2).

Was die Litteratur über das Blutgefässsystem und im Speciellen von *Crania* betrifft, so kann ich mich kurz fassen. Ich halte es für überflüssig, an dieser Stelle die älteren Ansichten von Cuvier, Vogt

und Owen zu wiederholen, welche die Nephridien als Herzen betrachteten und ein mit diesen im Zusammenhang stehendes Gefässsystem beschrieben. Ich werde im Schlussheft darauf genauer eingehen. Der Entdecker des Gefässsystems der Brachiopoden ist Hancock. Ich habe oben schon angeführt, worin er irrte. Er hat das Armgefäss nicht gefunden, die Cirrengefässe aber erkannt, die er aus seinem Armplexus entspringen lässt. Seit der classischen Arbeit von Hancock hat die Kenntniss des Blutgefässsystems nicht nur keine Fortschritte, sondern sogar bedeutende Rückschritte gemacht. Alle noch folgenden Beobachter haben sich bemüht, wenn sie überhaupt etwas von dem Gefässsystem sahen, darzuthun, dass es sich nicht um Gefässe und bei dem Herzen vor allem nicht um ein contractiles Organ handle, so Gratiolet, Semper, Morse, Ray Lankester, Shipley, Schulgin.

Der neueste Autor Joubin sagt: »Tout ce qui est comparable à un organe central de la circulation, tout ce qui est semblable à des vaisseaux y fait complètement défaut. Je dis: *chez les Cranies*, mais je pourrais dire chez tous les Brachiopodes actuellement connus. En effet, ce qui a été pris par Hancock pour des artères n'est absolument pas comparable à ces organes et les coeurs qu'il a décrits n'ont pas cette fonction.«

Das ist sehr apodictisch gesprochen! Der einzige Beweis, den der Autor für diese Behauptungen beibringt, ist, dass er Herzen und Gefässe bei *Crania* und *Discina* nicht gesehen hat.

Man kann mit Recht die Sache umkehren und sagen: Das von Hancock beschriebene Gefässsystem besteht bei allen Brachiopoden in allen wesentlichen Theilen und wird dadurch der Wahrheit näher kommen. Auch Vogt und Yung sprechen sich auf Grund eigener Untersuchungen gegen das Bestehen des Gefässsystems aus, wie beiläufig bemerkt sein mag.

Wie schon aus der oben angeführten Stelle meiner vorläufigen Mittheilung hervorgeht, hatte ich mich schon im Jahre 1884 von dem Vorhandensein des Gefässsystems bei einer ganzen Reihe von Brachiopoden überzeugt. Die Zahl der untersuchten Formen hat sich inzwischen nicht unbeträchtlich vergrössert, und bei allen hat sich im Grossen und Ganzen dieselbe Anordnung des Blutgefässsystems ergeben.

Abschnitt 9. **Die Geschlechtsorgane.**

Die Geschlechter sind bei *Crania* ebenso wie bei den übrigen Brachiopoden stets getrennt. Unterschiede im Baue der Geschlechtsorgane kommen nur vereinzelt vor. Bei *Crania* fehlen sie. Dagegen lassen sich beiderlei Thiere durch die Farbe der Geschlechtsorgane unterscheiden. Die Organe der Weibchen sind gelblich bis bräunlichroth, die der Männchen blass-weisslichgelb gefärbt. In beiden Geschlechtern entstehen die Geschlechtsproducte aus Zellen des Peritonealepithels, und zwar an der Wand der Genitalgefässe, also in den Sinus des dorsalen und ventralen Mantels, auf der Ventralseite des Ileoparietalbandes, an dem rücklaufenden und seitlichen Genitalgefäss, also zum grossen Theil in der eigentlichen Leibeshöhle. In einzelnen Fällen habe ich sogar auf der Wand der gemeinschaftlichen Genitalgefässe Zellen angetroffen, die ich nach ihrer Grösse und der Beschaffenheit ihres Kernes für Keimzellen halten muss. Die reifen Geschlechtsproducte fallen in die Leibeshöhle und werden durch die Nephridien nach aussen entleert.

Ich habe bei *Crania* den Bau der Geschlechtsorgane, besonders auch die Entstehung der Eier und Samenfäden nicht genauer untersucht. Für *Terebratulina* stehen mir eingehendere Beobachtungen zur Verfügung, über die ich in einer folgenden Abhandlung berichten werde. Ich schildere hier darum nur die allgemeineren Verhältnisse der Geschlechtsorgane von *Crania*.

Bei ganz jungen Thieren, oder bei älteren an den Enden der Mantelsinus (Fig. 112), sieht man auf

der Wand des einfachen Genitalgefässes Zellen, die sich durch Grösse und Beschaffenheit des Kernes von den gewöhnlichen Zellen des Cölomepithels leicht unterscheiden. Dies sind die Keimzellen.

Betrachtet man einen Querschnitt durch einen in der Eibildung weiter fortgeschrittenen Theil eines Ovariums (Fig. 123), so findet man wieder das Genitalgefäss an seinem Aufhängeband (*Gen. gef.*), dasselbe enthält recht oft, wie in dieser und anderen Figuren dargestellt, ein ansehnliches Gerinnsel. Da, wo die Erzeugung von Geschlechtsproducten reichlicher ist, hat das Genitalgefäss Seitenäste entwickelt, die nach verschiedenen Seiten ausstrahlen. Gegen das Ende zu verlieren sie ihr Lumen und sind dann einfache Fasern oder Lamellen der Stützsubstanz. Diesen Gefässverzweigungen ansitzend trifft man die verschiedenen Entwickelungszustände der Eier. Man bemerkt auf denselben bald ein aus platten Zellen bestehendes Follikelepithel. Ich traf öfter Thiere, die in den Ovarien ziemlich weit entwickelte Eier enthielten (Fig. 123 *Ei*). Unter dem Follikelepithel findet sich dann eine deutliche Dotterhaut, das Eiplasma ist mit kleinen Dotterkügelchen dicht angefüllt, der Kern ist sehr gross, mit ansehnlichem Nucleolus. Vielfach trifft man zwischen den Eifollikeln Detritus-ähnliche Massen mit Zellkernen und grossen gelblichen Körperchen an. Ich glaube, dass diese aus den zerfallenden Epithelzellen der entleerten Follikel, vielleicht auch aus degenerirten Eiern unter Einwirkung der als Phagocyten functionirenden amöboiden Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit hervorgehen.

Das hier über die Beschaffenheit der in den Mantelsinus gelegenen Theile der Ovarien Gesagte gilt auch mutatis mutandis für die übrigen Theile derselben und ebenso für die Hoden. In den Hoden sind die Gefässzotten leichter zu verfolgen, als in den Ovarien, besonders an den auf der Ventralseite des Ileoparietalbandes sich entwickelnden Theilen (Fig. 118, 120). Hier erheben sich dieselben etwa senkrecht zur Fläche des Bandes, dicht umgeben von einer mehrfachen Lage von Keimzellen. Auf Schnitten, die der Fläche des Ileoparietalbandes parallel verlaufen (Fig. 120), sieht man in jedem Querschnitt durch die dem Rande näheren Theile der Zotten in der Mitte derselben den Gefässdurchschnitt. Nach dem Ende zu verliert sich auch hier der Hohlraum, und das Gefäss wird zu einem feinen Strang oder einer Lamelle. Hat man etwas ältere Thiere zur Untersuchung, so trifft man die centralen Theile der Hoden umgeben von einer Masse lose liegender Zellen, offenbar die von dem Mutterboden losgelösten Spermatocyten. Reife Spermatozoen traf ich in meinen Präparaten nie. Oft begegneten mir in den Hoden Stellen, wie die in Fig. 119 dargestellte, wo an Stelle der Keimzellen ein Gerüstwerk von Zellwänden sich fand, ohne protoplasmatischen Inhalt. In einzelnen Zellräumen fanden sich noch Kerne, in anderen nur eine Anzahl gelblicher Körnchen. Wie diese Structuren zu Stande gekommen, konnte ich nicht ermitteln. Nebenbei will ich noch bemerken, dass ich bei einem Thier in den Hoden ziemlich weit entwickelte Eizellen antraf.

Die älteren Autoren, besonders Hancock, haben den gröberen Bau der Geschlechtsorgane richtig erkannt und dargestellt. van Bemmelen hat das Verdienst, zum ersten Male den feineren Bau genauer untersucht und die Zweigeschlechtigkeit der Brachiopoden über alle Zweifel sichergestellt zu haben. Er erkannte die wichtige Thatsache, dass die Geschlechtsproducte aus dem Cölomepithel entstehen.

Joubin ist über van Bemmelen's Ergebnisse nicht hinausgekommen, besonders hat er ebensowenig als dieser die wahre Natur der Mantelgefässe erkannt, die er — jedenfalls in Folge sehr mangelhafter Untersuchung — nur bis zum Eintritt in die Leibeshöhle verfolgen konnte. Auch die Beschreibung der Anordnung der Keimdrüsen im Allgemeinen ist nicht ganz richtig.

Abschnitt 10. **Das Nervensystem.**

Das Nervensystem von *Crania* hat ein ganz besonderes Interesse, weil dasselbe fast vollständig epithelial liegt. Nur wenige Nerven sind auf kurze Strecken in die Stützsubstanz eingelagert. Diese vollständig epitheliale Lagerung ist auch der Grund, dass ich einige Theile des peripheren Nervensystems, so besonders die Ausbreitung der Mantelnerven nicht so genau verfolgen konnte, wie bei den von mir untersuchten Testicardinen. Trotzdem lässt sich bei unserem Thier recht viel ermitteln. So lässt sich z. B. die Innervirung der meisten Muskeln ohne besondere Schwierigkeit auffinden. Präparatorisch und auf Gesammtpräparaten lässt sich gar nichts erreichen. Es muss alles auf Schnittserien untersucht werden. Nach den Ergebnissen der Untersuchung, besonders von Sagittal- und Transversalserien, ist das Schema (Fig. 124) entworfen. Unter Zugrundelegung desselben und unter Berücksichtigung der gezeichneten Schnitte will ich versuchen ein Bild des Nervensystems zu entwerfen. Zunächst muss ich jedoch einiges über das Schema selbst sagen. Dasselbe stellt das Nervensystem von der Dorsalseite gesehen dar. Die auf der Oberseite verlaufenden Nerven sind schwarz und gelb, die auf der Unterseite dagegen gelb gezeichnet. Zur Orientirung sind die Umrisse der Occlusoren, der Durchschnitt durch den Oesophagus, die vordere Körperwand und der linke Arm angegeben.

Zunächst muss ich betonen, dass Cerebralganglien im gewöhnlichen Sinne nicht vorhanden sind. Man sucht vergeblich vor dem Oesophagus nach einer distincten, durch reicheren Gehalt an Ganglienzellen ausgezeichneten Nervenmasse. Die Hauptarmnerven sind die ungeheuer verlängerten Cerebralganglien.

Vor dem Oesophagus finden sich gewöhnlich (Fig. 52, 59) mehrere feine Nervenfädchen, die Supraösophagealcommissuren. Ausnahmsweise nur beobachtete ich eine einzige ansehnlichere Commissur (Fig. 128); aber auch in diesem Falle war noch ein feineres Nervenfädchen etwas mehr nach dem Munde zu vorhanden.

Diese Commissur geht nach den Seiten zu ganz allmählich in die Hauptarmnerven über, indem ihre einzelnen Abschnitte sich verbinden und indem in der so entstehenden etwas ansehnlicheren Fasermasse anfangs spärlich, dann reichlicher Ganglienzellen auftreten.

Den Bau des Hauptarmnerven habe ich schon bei Betrachtung des Armapparates (Abschnitt 5) genauer geschildert und dort schon hervorgehoben, dass in seinem ganzen Verlaufe reichlich Ganglienzellen der kleineren Art sich finden. Dort habe ich auch schon auf die auffallenden Unterschiede aufmerksam gemacht, die im Querschnitte zwischen dem Hauptarmnerven und einem gewöhnlichen Nerven bestehen (Fig. 68—78a). In den letzteren hat das Epithel seinen gewöhnlichen Habitus, Ganglienzellen fehlen. Im ersteren sind die Epithelzellen stark verlängert, und vor allem sind reichlich Ganglienzellen vorhanden, so dass die Aehnlichkeit mit dem Baue des unteren Ganglions sofort in die Augen springt.

Die Nerven der Arme wurden schon oben (Abschnitt 5) geschildert; ich erwähne sie darum hier nur ganz kurz. Von dem Hauptarmnerven entspringen in regelmässigen Abständen feine Nervenstämmchen (Fig. 124, 51, 68), die Verbindungsnerven, welche durch die Stützsubstanz hindurch den Boden der Armrinne erreichen, hier wieder epitheliale Lagerung gewinnen und dann mit dem an der Innenseite der Cirrenbasis liegenden Nebenarmnerven (*NAN*) sich verbinden, der auch reichlich Ganglienzellen enthält. Von dem Nebenarmnerven entspringen die an der Innenseite der Cirren in die Höhe ziehenden Cirrennerven (*Cirr. N.*).

Der erste jederseits neben dem Oesophagus von dem Hauptarmnerven abgehende Verbindungsnerv ist etwas stärker als die übrigen (Fig. 129). Er durchsetzt wie sie die Stützsubstanz und wendet sich dann auf dem Boden der Mundrinne nach der Medianebene zu, um sich hier auch mit dem Nebenarmnerven zu

verbinden, der die Cirrenreihe hinter dem Munde hindurch begleitet (Fig. 52 *NAN*), die hier entspringenden Cirren versorgt und Fasern unter das Epithel des Oesophagus in die Höhe schickt.

Auf diese Weise liegt also der Oesophagus zwischen dem Haupt- und Nebenarmnerven, rechts und links von ihm verlaufen die ersten Verbindungsnerven. Da und dort konnte ich in den Schnitten kleine Nervenästchen beobachten, die, das Stützgewebe des Epistoms durchdringend, in die Periösophagealkammern eintreten, wohl um die in diesen liegende Musculatur der Lippe zu versorgen. Ob die Stämmchen, die diese Zweige in die Tiefe schicken, Theile der Schlundcommissur oder besondere vom Hauptarmnerven ausgehende Nerven sind, konnte ich nicht entscheiden. Das erstere scheint mir wahrscheinlicher.

Die unteren Ganglien (*Ggl. i. oes.*) haben eine etwas eigenthümliche Lage. Sie finden sich nicht, wie bei anderen Brachiopoden, gleich hinter dem Munde, sondern liegen zu beiden Seiten des Körpers, ungefähr vor der Mitte der Occl. ant. beginnend und diese im Bogen umziehend, etwa bis zur Mitte des Zwischenraumes zwischen Occl. ant. und post. einer Seite reichend (Fig. 124, 55—57, 13—15). Hinter dem Oesophagus sind beide Infraösophagealganglien durch eine von Ganglienzellen ganz oder jedenfalls fast ganz freie Commissur, die Infraösophagealcommissur verbunden (Fig. 124, 52—54, 125).

Die Schlundcommissuren, welche die unteren mit den oberen Ganglien, d. h. also mit den Hauptarmnerven verbinden, zeigen auch ein durch ihre ganz epitheliale Lagerung bedingtes, von anderen Brachiopoden abweichendes Verhalten. In dem Winkel, welchen die Arme da, wo sie frei werden, mit der Körperwand bilden, also vor der seitlichen Partie der Occl. ant. steigt ein starker Nervenstamm in die Höhe, um auf die Dorsalseite des Armursprunges zu kommen (Fig. 15, 56, 57 *AA*). Auf der Dorsalseite theilt er sich in mehrere Aeste. Der am meisten laterale (*N. pall. lat.*) breitet sich in den dorsalen Mantel aus. Der nächste, weiter medialwärts gelegene (*UAN*) ist der untere Armnerv, der gleich, nachdem er sich von dem gemeinsamen Stamme getrennt hat, Aeste abgiebt, welche in die die Leibeshöhle von dem kleinen Armsinus trennende Scheidewand eindringen, um von hier aus den Lev. brachii und wohl auch den Anfangstheil des im kleinen Armsinus gelegenen Armmuskels zu versorgen. Auch von dem Anfangstheil des aufsteigenden Astes gehen solche ab (Fig. 57 *N*).

Bei Injectionen in den kleinen Armsinus füllen sich die Nervenkanäle in der Scheidewand vollständig an. Die Masse dringt durch sie in den im Epithel gelegenen Nervenstamm selbst ein, diesen auf grosse Strecken färbend. Der untere Armnerv versorgt in seinem weiteren Verlauf die Muskeln des grossen und kleinen Armsinus, wie früher gezeigt wurde. Von dem unteren Armnerven stammen wahrscheinlich auch die wenigen Fasern, die den äusseren Armnerven (Fig. 51) bilden. Dieser ist bei anderen Brachiopoden mächtiger. Ich habe bei *Crania* ihn nicht eingehender untersucht.

Medial von dem unteren Armnerven lösen sich mehrere Nervenfädchen los, welche, immer unter dem Epithel, schräg nach innen und abwärts ziehen, um sich mit dem Anfangstheil des Hauptarmnerven (des Cerebralganglions) zu verbinden. Dies sind die Schlundcommissuren (*S. comm.*, Fig. 124). Dieser eigenthümliche Verlauf der Schlundcommissur ist der Grund, dass ich sie im Anfange meiner Studien an *Crania* nicht auffinden konnte. Ich schrieb damals (1): »Seitliche, den Schlund umgreifende Commissuren konnte ich bis jetzt noch nicht auffinden, will jedoch deshalb ihr Vorhandensein noch keineswegs in Abrede stellen.«

Ein letzter Ast endlich zieht auf der Oberseite der vorderen Körperwand bis zur Insertion der Protr. brach., steigt dann an der Aussenseite derselben empor, um sich im Mantel auszubreiten, dies ist der mediale Mantelnerv (*N. pall. med.*). Von ihm stammt wohl auch ein medialwärts auf der Wand des grossen Armsinus verlaufendes Nervenstämmchen, welches durch die Stützsubstanz hindurch Aestchen zu den Muskeln des grossen Armsinus schickt (Fig. 50).

Von dem vorderen Ende der unteren Ganglien entspringen die Nerven für die Occl. ant. (*N. occl. ant.*), welche ungefähr an der Grenze des oberen und mittleren Drittels der Länge in den Muskel eindringen und durch ihre Ausbreitung die leicht auffallende Nervenplatte bilden (Fig. 48, 49). Von dem hinteren Ende des Ganglions entspringt der Nerv zu dem Obl. sup. (*N. obl. sup.*). In dieser Gegend sind Ganglienzellen nur noch spärlich vorhanden, das Ganglion wird hier zu dem Seitennerven (*N. lat.* Fig. 11, 12). Noch weiter nach hinten trennt sich der Seitennerv in zwei Stämme, den oberen und unteren Seitennerven (*N. lat. sup.* und *inf.*, Fig. 10). Diese sind jedoch nicht vollständig von einander geschieden, man findet zwischen beiden noch eine dünne Schicht von Nervenfasern. Der obere Seitennerv liegt an der Unterseite der den Obl. sup. aufnehmenden Ausbuchtung der Körperwand, der untere dagegen an der Oberseite der durch den Obl. inf. bedingten Vorwölbung. Jeder giebt hinter dem Ende des Obl. sup. resp. inf. einen Ast zu dem Occl. post. ab, welche an dem oberen resp. unteren Ende dieses Muskels sich ausbreiten. Die beiden Seitennerven gelangen dann um den Occlusor herum auf die Hinterwand des Körpers, in der sie sich ausbreiten.

Nicht feststellen konnte ich, wie der den Mantelrand umziehende Ringnerv (Fig. 34) mit den übrigen Nerven zusammenhängt. Es ist möglich, dass er dadurch zu Stande kommt, dass die gegen den Rand ausstrahlenden Nervenstämmchen hier sich zu dem Ringnerven verbinden.

Die Nerven des ventralen Mantels entspringen von den Seitentheilen der unteren Ganglien und ziehen in der Körperwand abwärts, um sich im Mantel auszubreiten.

In dem die Schale absondernden Epithel, das die Aussenseite des Mantels bedeckt, konnte ich nirgends Nerven auffinden.

Die vorstehende Beschreibung zeigt, dass das Nervensystem von *Crania* ebenso reich gegliedert ist wie das der übrigen Brachiopoden und trotz interessanter Verschiedenheiten in den wesentlichen Punkten mit jenem übereinstimmt.

Was den histologischen Bau anlangt, so ist für denselben charakteristisch die geringe Ausbildung der Ganglienzellen, besonders gegenüber anderen Formen, wie *Lingula, Terebratula, Terebratulina, Waldheimia*, wo ansehnliche Ganglienzellen in grosser Zahl sich finden.

Um die histologischen Verhältnisse gründlicher zu studiren, wäre es nothwendig, die neueren Methoden der Nervenfärbung anzuwenden. Ich konnte dies nicht thun, weil diese zu der Zeit, als ich frisches Material zur Verfügung hatte, noch nicht bekannt waren. Vielleicht wird es mir möglich sein, diese Lücke später noch auszufüllen.

Ich habe schon oben (Abschnitt 5) über den feineren Bau der Hauptarmnerven (Supraösophagealganglien) einiges mitgetheilt. Das dort Gesagte gilt im Wesentlichen auch für die Infraösophagealganglien.

In den letzteren erreichen die Stützzellen eine ganz bedeutende Länge, und dementsprechend ist auch die zwischen ihnen liegende Fasermasse mächtig entwickelt. Untersucht man das vordere oder hintere Ende des Ganglions, so bieten die Schnitte dasselbe Bild, wie die durch den Hauptarmnerven. Man findet unter den oberflächlich liegenden Körpern der Stützzellen eine Schicht von kleinen Ganglienzellen, deren Plasmakörper oft schwer abzugrenzen ist und deren Kern nur durch mehr rundliche Gestalt und etwas bedeutendere Grösse von den Kernen der Epithelzellen sich unterscheidet. Zu diesen kleinen Ganglienzellen (*Ggz. 1*, Fig. 127) kommen nun im mittleren Theile des unteren Ganglions recht stattliche Ganglienzellen (*Ggz. 2*), die sich durch ihre bedeutende Grösse und ihren grossen, chromatinarmen, stets einen ansehnlichen Nucleolus enthaltenden Kern sofort als Ganglienzellen zu erkennen geben. Diese grossen Ganglienzellen kommen allein an dieser Stelle vor, fehlen vor allem auch dem oberen Ganglion (Hauptarmnerven) vollständig.

In der die beiden unteren Ganglien verbindenden Infraösophagealcommissur ist zwar die Fasermasse mächtig entwickelt, Ganglienzellen fehlen aber vollständig (Fig. 125, 126).

Was die Fasermasse in den Ganglien und Commissuren betrifft, so gilt das schon bei den Armnerven Hervorgehobene. Nirgends hat man es mit auf längere Strecken frei nebeneinander verlaufenden Fasern zu thun, sondern mit einem Netzwerk von feinsten Fibrillen, in welchem allerdings auf Längsschnitten (Fig. 126, 129) eine deutliche Faserung zu bemerken ist. In den mittleren Theilen des Ganglions war auf Längsschnitten eine solche ausgesprochene Längsfaserung nicht zu bemerken (Fig. 127).

Sinnesorgane hat man bei den erwachsenen Brachiopoden bis jetzt nicht gefunden. Ich war nicht glücklicher als meine Vorgänger. Specifische Sinnesorgane fehlen jedenfalls vollständig. Es hängt dies mit der Lebensweise der Thiere zusammen. Dagegen sollte man wohl erwarten, bei Thieren die ein so wohl ausgebildetes, im ganzen Epithel verbreitetes Nervensystem haben, wenigstens Sinneszellen zu finden. Aber auch in dieser Beziehung sind meine Befunde fast negativ. Man findet zwischen den gewöhnlichen Epithelzellen da und dort, besonders am Hauptarmnerven, der Armrinne und dem unteren Ganglion (Fig. 127 *Si*), Zellen, welche sich von den gewöhnlichen Epithelzellen durch grössere Schlankheit ihres Körpers und etwas andere Beschaffenheit ihres Kernes unterscheiden. Dieser ist stäbchenförmig und färbt sich sehr dunkel. Diese Zellen sind vielleicht Sinneszellen. Auf Schnitten haben diese Zellen eine ziemlich grosse Aehnlichkeit mit den Pinselzellen, wie sie bei Acephalen zahlreich vorkommen. Allerdings habe ich weder an Schnitten noch an zahlreichen Macerationspräparaten die eigenthümlichen Endborsten gesehen.

Von den Angaben anderer Autoren über das Nervensystem der Brachiopoden brauche ich an dieser Stelle nur die von Joubin, welche sich auf *Crania* speciell beziehen, zu berücksichtigen, da ich in den nächsten Heften noch Gelegenheit haben werde, auf die übrigen einzugehen. Auch Joubin's Angaben verlangen keine genauere Analyse, da seine Resultate höchst mangelhafte sind, wie sich dies bei der angewandten Untersuchungsmethode — Aufhellung ganzer Stücke in Glycerin — auch gar nicht anders erwarten liess. Der Autor verlegt den Schlundring an die Stelle, wo der Oesophagus in den Magen übergeht! Dass er das Nervensystem der Arme durchaus unrichtig auffasst, habe ich schon oben nachgewiesen. Richtig sah er den von dem unteren Ganglion aufsteigenden Ast, der die medialen Mantelnerven abgiebt. Dass hier die Schlunddarmcommissur liegt, blieb ihm verborgen. Bei den Darstellungen, die er von dem Schlundring giebt, kann man sich der Vorstellung nicht erwehren, dass er, durch die Verhältnisse bei anderen Brachiopoden, spec. Testicardinen beeinflusst, Dinge gesehen hat, die überhaupt nicht vorhanden sind.

Seite

Abschnitt 1. Die Schale 13
„ 2. Allgemeine Beschreibung der äusseren Morphologie 16
„ 3. Die Körperwand und der Mantel 19
„ 4. Das Muskelsystem 29
„ 5. Der Armapparat 33
„ 6. Der Darm mit seinen Anhängen 48
„ 7. Die Leibeshöhle, die Mantelsinus, die Mesenterien, die Nephridien 51
„ 8. Das Blutgefässsystem 54
„ 9. Die Geschlechtsorgane 60
„ 10. Das Nervensystem 62

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN BAU DER BRACHIOPODEN.

Von

DR. FRIEDRICH BLOCHMANN,

PROFESSOR DER ZOOLOGIE IN ROSTOCK.

TAFELN.

JENA,

VERLAG VON GUSTAV FISCHER.

1892.

Tafelerklärung.

Manche von den Figuren sind nach früher angefertigten Skizzen gezeichnet, andere wurden zur Fertigstellung der Tafeln noch einmal nach dem Objecte gezeichnet. So ist eine gewisse Ungleichmässigkeit in der Vergrösserung nicht zu vermeiden gewesen, um so mehr, da ich, durch äussere Verhältnisse genöthigt, im Laufe der Untersuchung verschiedene Instrumente benutzen musste.

Ich glaube darin um so weniger einen Mangel sehen zu müssen, als auch selbst das allerängstlichste Beibehalten derselben Vergrösserung doch keine vollständige Uebereinstimmung der Abbildungen untereinander herbeiführen kann, da die zu den Präparaten benutzten Thiere von der verschiedensten Grösse sind.

Die meisten Abbildungen von histologischen Dingen und ebenso die Darstellungen der schwierigeren anatomischen Verhältnisse sind in den Umrissen nach Zeiss, Apochromat 4,0 gezeichnet und dann mit Apochromat 2,0 ausgeführt.

Allgemein gültige Bezeichnungen.

A.Cirr.M. = äussere Cirrenmuskeln.
Aeuss.Cirr. = äusserer Cirrus.
Ap. = Afterpapille.
Armf. = Armfalte.
Armgef. = Armgefäss.
brach. = Armmuskel.
Cirr.gef. = Cirrengefäss.
Cirr.N. = Cirrennerv.
Comm.i.oes. = Infraösophagealcommissur.
Comm.s.oes. = Supraösophagealcommissur.
C.sin. = Centralsinus.
Cu. = Cuticula.
Dr. = Drüsenzelle am Grunde der äusseren Cirren.
D.Mt. = dorsaler Mantel.
D.Mt.gef. = dorsales Mantelgefäss.
Drm. = Darm.
Ep.coel. = Cölomepithel.
Ep.J. = Epithel der der Mantelhöhle zugekehrten (inneren) Seite des Mantels.
Ep.S. = Epithel der der Schale zugekehrten (äusseren) Seite des Mantels.
Gem.Mt.gef. = gemeinschaftliches Mantelgefäss.
Gen.gef. = Genitalgefäss.
Ggl.i.oes. = Infraösophagealganglion.
Gglz. = Ganglienzelle.
Gr.As. = Grosser Armsinus.
H.A.N. = Hauptarmnerv (Supraösophagealganglion).
Hd. = Hoden.
Hrz. = Herz.
Il.par.$_1$ = vorderer Theil des Ileoparietalbandes (Aufhängeband des Nephridiums).
Il.par.$_2$ = hinterer Theil des Ileoparietalbandes.
I.Cirr.M. = innere Cirrenmuskeln.
Inn.Cirr. = innerer Cirrus.
Kl.As. = kleiner Armsinus.
K.W. = Körperwand.
Lbr. = Leber.
lev.an. = M. levator ani.
lev.br. = M. levator brachii.
L.H. = Leibeshöhle.
M. = Muskelfaser.
Mes.dors. = dorsales Mesenterium.
Mes.ventr. = ventrales Mesenterium.
M.R. = Mantelrand.
Mt.sin. = Mantelsinus.
N. = Nerv.
N.A.N. = Nebenarmnerv.
Nephr. = Nephridium.
N.lat. = Seitennerv (Fortsetzung des unteren Ganglions).
N.lat.inf. = unterer, *N.lat.sup.* = oberer } Ast des Seitennerven.
Np. = Nervenplatte (in den Muskeln).
obl.inf. = M. obliquus inferior.
obl.sup. = M. obliquus superior.
occl.ant. = M. occlusor anterior.
occl.post. = M. occlusor posterior.
p.oes.k. = Periösophagealkammern.
protr.br. = M. protractor brachii.
Pr.Sz. = Prismensubstanz.
retr.br. = M. retractor brachii.
R.gef. = Rückengefäss.
R.H. = Rückenhöhle.
S.comm. = Schlundcommissur.
Sec.z. = Secretzelle.
Stz. = Stützsubstanz.
U.A.N. = unterer Armnerv.
Verb.gef. = Verbindungsgefäss hinter dem Oesophagus.
Verb.N. = Verbindungsnerv zwischen Haupt- und Nebenarmnerven.
V.Mt. = ventraler Mantel.
V.Mt.gef. = ventrales Mantelgefäss.

Tafel I.

Fig. 1. Drei Exemplare von *Crania anomala* auf einer alten, mit Wurmröhren etc. besetzten Schale von *Anomia*; aus einer Tiefe von etwa 150 m. Alverströmmen bei Bergen, Norwegen.

Fig. 1 a. Eine Schale von *Crania anomala* mit breitem Anwachsstreifen; ebendaher.

Fig. 2. *Crania turbinata* Poli aus dem Mittelmeer (Fundort?). Nach einem Exemplar von Kowalevski.

a. Mit geschlossenen Schalen von der Rückseite. Rechts oben der falsche Schnabel der Ventralschale. Der Pfeil zeigt die Sagittalrichtung.

b. Von unten. Nur der kleine, dunkelbraune, mit * bezeichnete Fleck sass auf der Unterseite fest.

Die Abbildungen 1—3 sind von Herrn Universitätszeichner Matthes, hier, gezeichnet.

Alle nachfolgenden Figuren beziehen sich auf *Crania anomala*.

Fig. 3. Innere Ansicht der dorsalen Schale. $^{3}/_{1}$.

Fig. 4. Innere Ansicht der ventralen Schale. $^{3}/_{1}$.

Fig. 5. Ansicht eines mittelgrossen Thieres von der Rückseite. ca. $^{5}/_{1}$.

Die Schale ist entfernt. Der dorsale Mantel ist auf der rechten Seite abgetragen, so dass die rechte Hälfte der Mantelhöhle offen liegt. Die Cirren sind eingerollt.

Die Borste *B* ist von der Rückenhöhle aus zwischen den Occlusoren der linken Seite hindurch in die seitliche Mantelhöhle und dann zwischen dem dorsalen und ventralen Mantelrand nach aussen geführt. Rechts ist der Mantel rings um die Muskelansätze abgetrennt, so dass die Rückenwand des eigentlichen Körpers (Eingeweidesacks) blossliegt.

Fig. 6. Ein anderes Thier in ähnlicher Weise von der Ventralseite präparirt. Es ist die rechte Hälfte des ventralen Mantels weggeschnitten. Die linke Hälfte ist am Munde etwas ausgeschnitten. Die Cirren an dem sichtbaren Arme sind ausgestreckt; hinter dem Mantel sind sie abgeschnitten. In der Mitte zwischen den Occl. ant. sieht man den Knopf *K* der ventralen Schale, dessen reichliche organische Grundmasse nach dem Entkalken noch mit den Enden der von ihm entspringenden Occl. ant. und Obliqui sup. in Verbindung bleibt. Dahinter schimmert der Enddarm durch. $^{5}/_{1}$.

Fig. 7. Situspräparat von der Rückenseite. $^{10}/_{1}$. Die linke Hälfte des dorsalen Mantels ist weggeschnitten. Der linke Arm ist abgeschnitten. Der kleine Armsinus geöffnet, um den darin verlaufenden Armmuskel (*brach.*) und das Armgefäss zu zeigen, das bei * * *, dem Sinus folgend, nach unten steigt. Man sieht die Scheidewand *S*, welche den kleinen Armsinus von der den Lev. br. aufnehmenden Tasche der Leibeshöhle trennt. Die Rückenwand ist abgetragen, so dass die Leibeshöhle offen liegt. Bei * * ist ein Lappen der Rückenwand nach hinten umgeschlagen, um das rücklaufende Genitalgefäss zu zeigen. Bei * ist die Seitenwand etwas nach auswärts gezogen, damit die sich kreuzenden schiefen Muskeln und das Nephridium sichtbar werden. Der rechte Leberlappen ist weggeschnitten; man sieht seine Einmündung in den Darm. Rechts ist der unter dem Ileoparietalband liegende Theil des Hodens nicht gezeichnet. Die punktirten Linien rechts und links geben die Insertion der Ileoparietalbänder an der dorsalen Körperwand an. Auf dem Darm, in der Basis des dorsalen Mesenteriums, sieht man das Rückengefäss mit den Herzen, die rechten zum Theil durch das nach der Seite gelegte Mesenterium verdeckt. Wegen der übrigen Gefässe vergl. den Text. *S. occl.* = Scheide des Occlusor posterior. Die Darstellung ist ganz, einschliesslich der Herzen, nach einem Lupenpräparat gezeichnet. Der Gefässverlauf nach der mikroskopischen Untersuchung eingetragen.

Fig. 8. Etwas schematische Skizze eines Thieres von der rechten Seite, um die Verhältnisse der Rückenhöhle zu zeigen. Die Mantellappen sind nach der Dorsal- und Ventralseite umgeschlagen. Die

Borste *B* ist zwischen den Protr. brach. in die Rückenhöhle eingeführt, ist dann durch die in dieselbe führende seitliche, zwischen Occl. ant. und post. gelegene Oeffnung sichtbar und schliesslich zwischen den Occl. post. hindurch wieder aus der Rückenhöhle herausgeführt. Unter dem Nephridium (*Nephr.*) sieht man bei * eine einspringende Hautfalte und unter derselben den Ursprung des ventralen Mantelsinus.

Fig. 9. Schematische Darstellung der Musculatur von *Crania*:

occl. ant. = Occlusor anterior (adducteur antérieur, Joubin).
occl. post. = Occlusor posterior (adducteur postérieur, J.).
obl. sup. = Obliquus superior (protracteur de la valve dorsale, J.).
obl. inf. = Obliquus inferior (muscle de la paroi du corps, J.).
protr. br. = Protractor brachii (protracteur des bras p. p., J.).
retr. br. = Retractor brachii (rétracteur des bras, J.).
lev. br. = Levator brachii (muscle des bras, J.).
lev. ani = Levator ani (muscle impair, J.).
Np. = Nervenplatte.
Auf der linken Seite ist der Retr. br. weggelassen.

Fig 10—15. Sechs Querschnitte durch ein mittelgrosses Thier. Die Schale ist weggelassen.

Ausser den allgemein gültigen Bezeichnungen bedeuten:

AA. = aufsteigender Nerv vom Infraösophagealganglion (Anfangstheil der Schlundcommissur, des unteren Armnerven etc.).
E. Drm. = Enddarm.
Gen. gef. r. = rücklaufendes Genitalgefäss.
Il. par. Ileoparietalband.
M. Drm. = Mitteldarm.
N. pall. lat. = seitlicher Mantelnerv.

Die Farben bedeuten:

Grün = äusseres Epithel.
Ockergelb = Darmepithel.
Grau = Stützsubstanz.
Braun = Leber.
Rothbraun = Nephridium.
Carminroth = Blutgefässe.
Gelb = Hoden (Geschlechtsorgane allg.).

Cölomepithel, Muskeln der Körperwand, des Darmes etc. sind nicht angegeben.

Fig. 10. Durch die vordere Region des Occlusor posterior. Man bemerkt die Rückenhöhle (*R. H.*) zwischen der dorsalen Körperwand und dem dorsalen Mantel. In derselben den Querschnitt durch den Levator ani. Links neben dem Occlusor post. die in ihrem hinteren Theil in besondere Scheiden eingeschlossenen Mi. obliqui sup. und inf.

In der Scheide des Obl. sup. das Genitalgefäss, in dessen Umgebung ein Theil der Hoden. Der Mitteldarm ist zweimal, der Enddarm einmal durchschnitten (vergl. Fig. 7).

Fig. 11. Etwas vor dem Occlusor post. Der Pfeil zeigt die zwischen den beiden Occlusoren einer Seite gelegene Eingangsöffnung in die Rückenhöhle.

Bei *Nephr.* ist der hintere Trichterlappen des Nephridiums durchschnitten. Bei * die Einbuchtung der Seitenwand, die weiter hinten an die Scheide des Occl. post. sich ansetzt und so die Scheiden für die Mi. obl. sup. und inf. bildet (Fig. 10).

Fig. 12. Ungefähr in der Mitte zwischen Occl. post. und ant.

Der dorsale Mantel, der sich ebenso verhält wie in der vorhergehenden Figur, ist weggelassen. Das Aufhängeband des Nephridiums ist an seiner Wurzel und in der Mitte getroffen. Man sieht auf demselben das ventrale Mantelgefäss. Ausserdem ist dieses noch einmal am Eingang in den ventralen Mantelsinus zu sehen.

Fig. 13. Durch die hinterste Partie des Occl. ant. Die Rückenhöhle erscheint wieder geschlossen.

protr. brach
occl. ant
levan.
obl. sup
occl. post
D. Mt
protr. br
Gr. As
Armgef.
lev. br
Retr. br
retr. br
occl. ant
Obl. sup.
Occl. post.
Levan
Hrz.
Obl. sup
Occl. post
S. occl.
Hd
Mes. dors
Ap
R. gef
Nephr
obl. inf.
Np
retr. br.
occl. ant
Np
occl. post
levan
lev. br
Np
obl. inf.
obl. sup
dorsale
Schale
ventrale
D. Mt.
protr. br.
K
obl. sup
Occl. ant
Obl. inf
Ap
Levan
Obl. sup
Occl. post
occl. post
obl. inf
Nephr.
occl. ant
Gen. gef
obl. sup
R. H.
levan
occl. post.
L. H
Hd
Il. par
obl. sup
L. H
N. lat
obl. inf
Nephr.
Mt. sin
Il. par
Mt. Gef
N. lat.
obl. inf
Mt. sin
Nephr.
V. Mt. Gef
Ggl. i. oes
obl. inf
D. Mt. gef

Tafel II.

Fig. 14 und 15. Zwei weitere Schnitte durch den Occl. ant. In Fig. 15 sieht man den Ursprung des Obl. sup. auf dem Knopf *K* der ventralen Schale, der vollständig vom Epithel und der Stützsubstanz der Körperwand überzogen wird.

Im Occl. ant. ist die Nervenplatte getroffen. Man sieht die dorsalen Mantelgefässe unter den Ausführgängen der Leber durchziehen. (Das Genauere siehe die Erklärung von Tafel I.)

Fig. 16. Etwas seitlich von der Medianebene geführter Längsschnitt, Fig. 17—20. Vier Querschnitte (derselben Serie wie Fig. 10—15) durch das Hinterende, zur Erläuterung der Verhältnisse des Enddarmes, der Mesenterien und der Musculatur in dessen Umgebung. Die Richtung der Querschnitte ist in dem Längsschnitt eingetragen, Vergr. $^{62}/_{1}$. Fig. 21. Aus den Schnitten Fig. 16—20 construirtes Uebersichtsbild.

Ausser den allgemein gültigen Bezeichnungen bedeutet:

A. = After.
AK. = Analkammer.
LM. = Längsmuskeln.
Mes. dors. = dorsales Mesenterium.
Mes. lat. = seitliches Mesenterium.
MR. = Mantelrand.
protr. ani = Protrusor ani.
RM. = Ringmuskeln.
S. occl. post. = Scheide des Occl. post.

Die Farben haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 10—15. Das Cölomepithel ist nicht besonders angegeben.

Fig. 16. Etwas neben der Medianebene geführter Längsschnitt durch das Hinterende. Man sieht die über die hintere Körperwand vorspringende Analpapille mit dem After *A.* Der letzte Abschnitt des Enddarmes ist ein dünnes, zum grossen Theil in der Analpapille gelegenes Rohr. Der Hohlraum der Analpapille wird durch die seitlich auseinanderweichenden Blätter des Mesenteriums (*Mes. lat.*) von der Leibeshöhle abgeschlossen und bildet die Analkammer *(AK.)*. Diese ist, soweit sie von der Körperwand gebildet wird, von einer Ringmuskellage (*RM.*) ausgekleidet. Ausserhalb der seitlichen Mesenterien ziehen in einer Kegelfläche Muskelfasern von der Körperwand zu dem erweiterten Theile des Enddarmes, in dessen Wand sie ausstrahlen. Sie bilden zusammen den Protrusor ani (*protr. ani*). Bei * die Stützsubstanzlamelle, welche die Scheide des Lev. ani von der Leibeshöhle abschliesst.

Fig. 17—20. Vier Querschnitte durch diese Gegend. In 17 und 18 sieht man den Enddarm ganz frei in der Analkammer liegen. In Fig. 18 ausserhalb der seitlichen Mesenterien die querdurchschnittenen Fasern des Protrusor ani. In Fig. 19 haben die seitlichen Mesenterien an dem Enddarm Ansatz gewonnen. Dadurch wird der vorher einheitliche Raum der Analkammer in einen dorsalen und ventralen Abschnitt zerlegt. Rechts und links von dem mittleren Abschnitt des Enddarmes erscheinen die Flächenschnitte durch den Beginn der Erweiterung desselben. In Fig. 20 haben sich die seitlichen Mesenterien theilweise zur Bildung des dorsalen und ventralen Mesenteriums verbunden. Bei * sind einspringende Falten der hinteren Körperwand durchschnitten.

Fig. 21 giebt eine Construction dieser Verhältnisse von der Dorsalseite. Die Körperwand ist durchsichtig gedacht. Links sieht man bei $y_,$ die Linie, wo das laterale Mesenterium an der dorsalen Körperwand inserirt, bei $y_{,,}$ die Insertionslinie an der hinteren Körperwand, bei y die Linie, in der es nach der Ventralseite umbiegt. Da, wo diese Linie punktirt wird, gewinnt das Lateralmesenterium

an dem Darme Ansatz. Bei *z* endet der dorsale Theil der Analkammer, bei *z*, das dorsale Mesenterium. Von dem Protrusor ani sind auf dieser Seite nur die Randfasern eingezeichnet. Auf der rechten Seite sieht man die Fasern desselben längs der Linie entspringen, in welcher das seitliche Mesenterium an der dorsalen Körperwand inserirt, und von da auf den erweiterten Theil des Enddarmes ausstrahlen.

Fig. 22. Ein Stückchen des Randes der dorsalen Schale von innen gesehen. $^{100}/_{1}$.

Fig. 23. Letzte (jüngste) Schalenporen unmittelbar am Rande einer jüngeren Schale von der Fläche betrachtet. $^{250}/_{1}$.

Fig. 24. Sagittalschliff durch den Hinterrand der Dorsalschale (in Luft). $^{100}/_{1}$.

Fig. 25. Sagittalschliff durch die dorsale Schale, in der Nähe des Nabels (in Balsam).

Fig. 26. Sagittalschliff durch den Ansatz des rechten Occlusor posterior in der dorsalen Schale. Man sieht bei *MA.* die den Muskelansatz bildende, aus Prismen aufgebaute Kalkmasse und bemerkt weiter die zur Oberfläche schiefe Schichtung der Schalensubstanz.

Fig. 27. Querschnitt durch den ventralen Mantel eines jungen Thieres.

Das Thier sass einem Muschelschalenstücke auf, und von diesem hat sich die Cuticula (*Cut. M.*) und ein Rest der Schale (*Sch.*) erhalten.

Cut. die von der *Crania* ausgeschiedene Cuticula. Kalk war jedenfalls nur in ganz geringer Menge vorhanden.

Fig. 28. Querschnitt durch den ventralen Mantel eines anderen, ebenfalls auf einer Muschelschale (*Sch.*) sitzenden Thieres, der einen Ast des Mantelsinus getroffen hat.

Fig. 29. Längsschnitt durch das obere Ende eines Occl. post., um das eigenthümlich umgebildete Epithel der Schalenseite des Mantels, die Haftzellen, zu zeigen, die nach aussen zu die Kalkprismen des Muskelansatzes abscheiden. *M.* = Muskelfasern.

Fig. 29a. Schnitt durch die Prismensubstanz senkrecht zur Längsachse der Prismen (Richtung *a* Fig. 29).

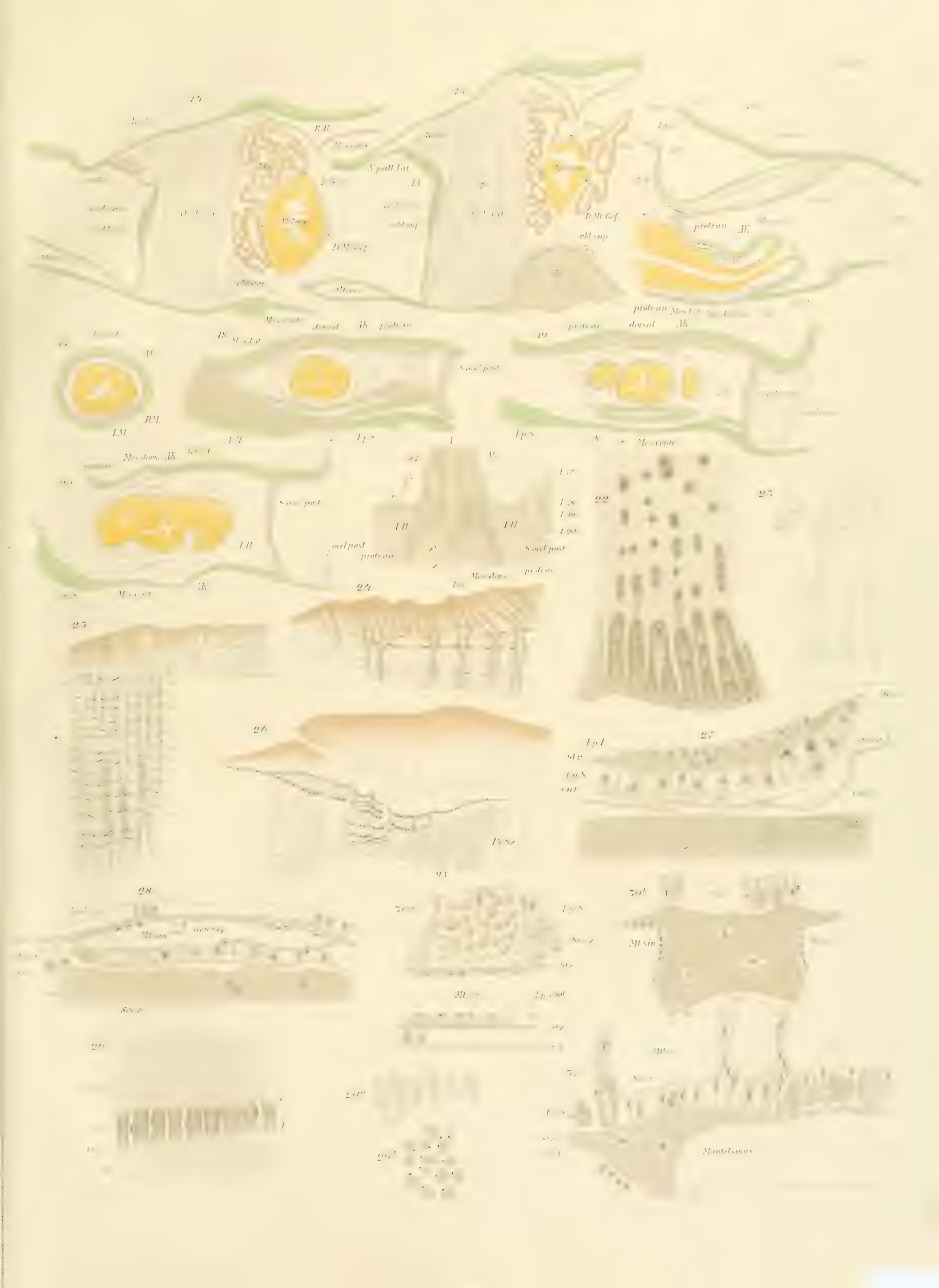
Fig. 29b. Flächenschnitt durch das Epithel der Schalenseite am Ansatze eines Occl. post. (Richtung *b* Fig. 29).

Fig. 30a. Längsschnitt durch den dorsalen Mantel, welcher einen Ast eines Mantelsinus der Länge nach getroffen hat, so dass die aus dem Cölomepithel an der der Mantelhöhle zugekehrten Seite hervorgegangenen Muskelfasern quer getroffen sind. (Vergl. Fig. 39.) $^{250}/_{1}$.

Im Epithel der Schalenseite haben die Secretzellen bedeutend überhand genommen. Durch den Schnitt sind die Secretkörperchen auseinandergerissen. An zwei Stellen unregelmässig geformte, mit Hämatoxylin stark sich färbende Gerinnsel, die man vielfach zwischen den Zellen des äusseren Mantelepithels beobachtet.

Fig. 30b. Querschnitt durch den dorsalen Mantel zwischen zwei Sinus (*Mt. sin.*), der zeigt, dass gerade über den Rändern der Sinus, wo die Muskeln sich inseriren, die für Muskelansätze überhaupt charakteristischen Haftzellen entwickelt sind. $^{250}/_{1}$.

Fig. 31. Längsschnitt durch den dors. Mantel eines erwachsenen Thieres vor einem Occl. ant. Der vor diesem verlaufende Stamm des Mantelsinus ist quergetroffen. Im Epithel der Schalenseite sind schon ziemlich viele wohl entwickelte Secretzellen. Von drei Mantelpapillen (*Mtl. p.*) sind die basalen Abschnitte getroffen.



Tafel III.

Fig. 32 a. Längsschnitt durch die Basis einer Mantelpapille nicht sehr weit von dem Mantelrande.

Fig. 32 b. Längsschnitt durch das obere Ende einer Mantelpapille, nicht sehr weit vom Rande. Es haben sich die feinen Protoplasmaausläufer der die Papille bildenden Zellen vorzüglich erhalten.

Fig. 33. Längsschnitt durch das untere Ende einer älteren Papille, in welcher schon Secretzellen sich entwickelt haben. (Vergl. auch Fig. 31 die vorderste Papille.)

L. = Lamellen der organischen Schalensubstanz.

Fig. 34. Längsschnitt durch den Hinterrand des dorsalen Mantels. $^{250}/_{1}$.

R. N. = Ringnerv im Querschnitt.

Sch. = Reste der Schale.

Cu. = Cuticula.

Man beobachtet die verschiedenen Entwickelungszustände der Mantelpapillen.

Fig. 35 a. Epithel von der Innenseite des Mantels von der Fläche betrachtet. $^{250}/_{1}$.

Fig. 35 b. Ein Stückchen des Epithels der der Mantelhöhle zugekehrten Seite von der Unterseite (d. h. also von der Seite, mit welcher es der Stützlamelle aufsitzt) betrachtet. Man sieht die zwischen den Füsschen der Epithelzellen sich verbreitenden Nervenfasern.

Ggz. = Ganglienzelle. Stärker vergrössert als a.

Fig. 36. Flächenpräparat der Stützlamelle des dorsalen Mantels zwischen zwei Aesten eines Mantelsinus. Man sieht in der Grundzubstanz sternförmig verästelte Zellen mit runden Kernen und spärliche spindelförmige Zellen mit stäbchenförmigem Kern.

Fig. 37. Flächenpräparat der Stützlamelle gleich vor den Enden der Sinusäste. Die spindelförmigen Zellen sind in zum Schalenrand radiäre Züge gruppirt und haben Fibrillen entwickelt.

Fig. 38. Flächenpräparat der Stützlamelle in der Nähe des Randes. Die Fibrillen noch reichlicher vorhanden in deutlich radiärer Anordnung.

Fig. 39. Untere, d. h. der Mantelhöhle zugekehrte Wand eines Astes eines dorsalen Mantelsinus von der der Mantelhöhle zugekehrten Seite nach Abpinselung des äusseren Epithels. Zur Demonstration der aus dem Cölomepithel entwickelten, quer zur Achse des Sinus, die durch das Genitalgefäss (*Gen. gef.*) vorgestellt wird, verlaufenden Muskelfasern. Diese dringen, von einem Fortsatz des Hohlraumes begleitet, aus dem Sinus in die Stützlamelle ein bei *. Die sternförmig verästelten Zellen sind nur rechts oben angedeutet.

Fig. 40. Dieselbe Wand, nachdem die Muskelfasern zum Theil abgepinselt sind, um zu zeigen, dass in diesem Theil der Stützlamelle des Mantels keine spindelförmigen, Fibrillen bildenden Zellen liegen. Die Stützlamelle zeigt eine recht feine Längsstreifung (links eingezeichnet). Die Ansatzstellen der Muskelfasern markiren sich durch fein punktirt erscheinende Linien.

Fig. 41. Sagittalschnitt durch die vordere Körperwand vor dem unteren Theile des rechten Occl. ant.

Fig. 42. Seitlicher Theil eines Querschnittes in der Höhe der Occl. post. Rechts die äussersten Fasern des Occlusors. An sie nach links anschliessend die Scheide des Muskels, weiter links oben die von der Körperwand und der Occlusorenscheide gebildete Nische für das obere Ende des Obl. sup., die auch ein Genitalgefäss (*Gen. gef.*) und die aus dem dasselbe bedeckenden Keim- (Cölom-) Epithel hervorgegangenen Hodenmassen (*Hd.*) enthält. Unten die in derselben Weise entstandene Scheide des Obl. inf.

Fig. 43. Querschnitt durch die Rückenwand und das dorsale Mesenterium, ungefähr in der Höhe des Hinterrandes der Occl. ant., um die kräftige Längsmusculatur der Rückenwand und des Mesenteriums zu zeigen. $^{250}/_{1}$.

Fig. 44 a. Theil einer isolirten Faser aus dem Occl. ant. mit dem Kern.

Fig. 44 b. Theil einer anderen Faser desselben Muskels, welche eine regelmässige, eine Querstreifung vortäuschende Knickung der Fibrillen zeigt.

Fig. 45. Theil eines Querschnittes durch die äussere Partie eines Occl. ant. *B.* = Bindegewebskern.

Fig. 46. Querschnitt durch den Retr. brachii nahe dem äusseren Ende. Man sieht die einzelnen, durch Stützsubstanzlamellen geschiedenen Divertikel der Leibeshöhle, in denen das Cölomepithel Muskelfasern (*M.*) entwickelt hat. $^{125}/_{1}$.

Fig. 47. Querschnitt durch den Lev. ani. *S.* = Septum. (Fortsetzung des dorsalen Mesenteriums). Die Muskelfasern (*M.*) nur links eingezeichnet. $^{125}/_{1}$.

Fig. 48. Horizontalschnitt durch die Nervenplatte des linken Occl. ant. $^{250}/_{1}$.

Man sieht ein Maschenwerk der Stützsubstanz zwischen den querdurchschnittenen Muskelfasern (*M.*) sich ausbreiten, in welchem die Nerven verlaufen. *N.* = der von dem unteren Ganglion eindringende Hauptstamm.

Fig. 49. Längsschnitt durch dieselbe Gegend. $^{250}/_{1}$.

Fig. 50. Theil eines Sagittalschnittes durch die vordere Körperwand zwischen Oesophagus und medialer Seite des Occl. ant., mit einem zur Musculatur (bei *M.* die Fasern im Querschnitt) des grossen Armsinus tretenden Nerven *N.*

phagus (*Oe.*) ist in der Ebene *A B.*, Fig. 52, durchgeschnitten gedacht. In seiner Umgebung sieht man den Kranz der Periösophagealkammern. Der Centralsinus liegt hinter dem Oesophagus (in der rein blauen Zone) offen. Nach hinten setzt er sich zwischen die beiden Blätter des ventralen Mesenteriums fort. Ein Pfeil ist durch die Spalte eingeführt und zeigt den Eingang in den kleinen Armsinus. Man sieht die seitlichen blinden Fortsätze des Centralsinus (cf. Fig. 54). Vor dem Occlusor anterior bis zum Armursprung verläuft der kleine Armsinus als enges Rohr, und zwar unter und hinter dem grossen Armsinus gelegen. Am Armursprung wendet sich dieses Rohr nach der Dorsalseite und geht durch eine in die Breite gezogene, trichterförmige Erweiterung in den weiteren, im freien Arm gelegenen Theil des kleinen Armsinus über. Dieser liegt dorsal, also in der Figur über dem grossen Armsinus und ist hier aufgeschnitten gedacht. Der Armmuskel ist nicht eingezeichnet. In dem Centralsinus sieht man die absteigenden Theile der Armgefässe, die in den kleinen Armsinus übergehen und hinter dem Oesophagus durch das im Centralsinus gelegene Verbindungsgefäss verbunden sind. Von diesem und den Armgefässen entspringen die Cirrengefässe. Man beachte, dass der grüne Ton durch Ueberlagerung des blau gezeichneten kleinen und des gelb gezeichneten grossen Armsinus zu Stande kommt.

Die eingetragenen Linien geben die Lage der Sagittalschnitte Fig. 52—57 an.

Fig. 59. Detailzeichnung von der mit *Fig. 59* bezeichneten Stelle des Uebersichtsbildes Fig. 52 mit den supraösophagealen Commissuren. $^{250}/_{1}$.

Ep. oes. = Epithel des Oesophagus.

N. = Nerven unter demselben.

R.M. = die in den Periösophagealkammern gelegenen Ringmuskeln des Oesophagus.

Fig. 60. Detailzeichnung von der mit *Fig. 60* bezeichneten Stelle des Uebersichtsbildes Fig. 52. $^{250}/_{1}$.

M. = den Centralsinus durchsetzende Muskelfasern.

Oes. = Oesophagus.

Fig. 61. Detailzeichnung der Periösophagealkammern an der Dorsalseite des Vorderdarmes, wo dieser in die Leibeshöhle übergeht, nach einem nahe der Medianebene gelegenen Sagittalschnitt. $^{250}/_{1}$.

d. K. W. = dorsale Körperwand.

L. H. = Leibeshöhle.

Fig. 62. Epithel des Magens aus einem Querschnitt gleich hinter den Ausführgängen der Leber. $^{250}/_{1}$.

R. M. = Ringmuskeln des Darmes unter dem Cölomepithel.

Fig. 63. Epithel des Magens an der Dorsalseite hinter den Leberausführgängen; aus einem Sagittalschnitt; darum sind die Ringmuskelfasern des Darmes quer getroffen. $^{250}/_{1}$.

Fig. 64. Epithel des Mitteldarmes am Uebergange des Magens in den eigentlichen Mitteldarm, noch in der Region der Längsmuskeln (cf. Fig. 67). $^{250}/_{1}$.

Fig. 64a. Das innere Ende der Zellen, um den Stäbchensaum zu zeigen. $^{500}/_{1}$.

Fig. 65. Epithel des Enddarmes nach einem Längsschnitt. *Dr.* = Drüsenzelle. $^{250}/_{1}$.

Fig. 66a—e. Theile von Querschnitten durch die Leberläppchen. $^{250}/_{1}$.

Fig. 67. Schema der Darmmusculatur in der Magengegend.

L. = Einmündungsstelle der Leber.

Mes. dors. = dorsales Mesenterium.

D. Mt. gef. = Aufhängeband des dorsalen Mantelgefässes.

Cirrenseite
Faltenseite
Unterseite
Epistom
Mund
Verb Gef
Comm voes
Cirrus
Gross Armsinus
Klein Armsinus
Aemgefass
Armmuskel
Cirrenkanal
Aussenarmnerv
Cirrennerv
Armfalte
Hauptarm
Unterer Armnerv
Verb N
Mes ventr

Tafel V.

Fig. 68. Querschnitt durch den oberen Theil eines Armes mit dem Hauptarmnerven und der Armrinne, um die Verhältnisse des äusseren Epithels zu zeigen. Das Epithel ist nur an einzelnen Stellen ausgeführt.

Fig. 68 a.—*l.* Einzelheiten zu Fig. 1.

a. Isolirte Drüsenzellen von der Basis der äusseren Cirren. (Vergl. 68 e.)

b. Epithelzellen unterhalb des Cirrenursprunges.

c. Oberflächenbild des Epithels aus derselben Gegend.

d. Epithelzellen aus der Gegend des unteren Armnerven.

e. Theil eines Längsschnittes durch den Arm, annähernd in der Richtung *c—d* Fig. 83, um die Drüsenzellengruppe *(Dr.)* an der Basis der äusseren Cirren zu zeigen.

f. Isolirte Epithelzellen von dem Nebenarmnerven.

g. Epithel aus der Armrinne; zeigt besonders schön die Cuticularschicht und die (im Schnitt) als Punkte erscheinenden, zwischen die Zellenköpfe einspringenden Verdickungsleisten.

h u. i. Epithelzellen von dem Hauptarmnerven.

k. Längsschnitt durch den Hauptarmnerven.

l. Epithelzellen von der Faltenseite des Armes, unterhalb des Hauptarmnerven.

Fig. 69. Stück eines Medianschnittes durch einen äusseren Cirrus.

Fig. 70. Der nächstfolgende Schnitt durch denselben Cirrus, um die Epithelauskleidung des Cirrenkanals zu zeigen.

In beiden Figuren bemerkt man die feine Längsstreifung des Stützgewebes und die Verstärkungsspangen desselben.

Fig. 71. Stück von dem oberen Theile eines Cirrus, an welchem nach Maceration das Epithel abgepinselt wurde, um das Cirrengefäss sichtbar zu machen. Das Cirrengefäss erscheint in solchen Präparaten voluminöser als in Schnitten, weil sich wohl bei der Sublimatbehandlung etc. das stets das Gefäss erfüllende Gerinnsel und damit auch das Gefäss selbst contrahirt.

Fig. 72. Querschnitt durch einen äusseren Cirrus, nicht weit über dem Ursprung desselben, wesshalb die Drüsenzellenstreifen (*Dr.*) noch sichtbar sind, die weiter oben fehlen.

Fig. 73. Querschnitt durch einen inneren Cirrus, etwa in der Mitte desselben.

Fig. 74. Querschnitt durch einen äusseren Cirrus, nahe dem Ende.

Fig. 75. Flächenschnitt durch das Epithel der Aussenseite (der von der Armrinne abgekehrten Seite) eines äusseren Cirrus, um zu zeigen, wie die Füsschen der Zellen ein Netzwerk bilden. *N.* = Nervenfaser.

Fig. 76 a—k. Durch Maceration isolirte Elemente der Cirren.

a. Epithel von der Aussenseite.

b. Epithelzellgruppen von den seitlichen Partieen eines inneren Cirrus, noch dem Stützgewebe aufsitzend.

c. Zellgruppe von den Seitentheilen eines äusseren (?) Cirrus. Zwischen den Füsschen der Zellen verläuft ein Nervensträngchen.

d. Cuticularschicht von der Cirrenrinne, von innen gesehen.

e. Epithelzellengruppe aus der Rinne eines äusseren Cirrus.

f. Muskelzelle von den inneren Cirrenmuskeln von der schmalen Seite.

g. Eine ebensolche von der breiten Seite. In beiden Fällen sind die Zwischenscheiben aufs deutlichste sichtbar. (Zeiss' hom. Imm. $^1/_{18}$.)

h. Epithelzellen mit Fibrillen aus dem Cirrenkanal.

i. Solche ohne Fibrillen.

k. Kleines Stück eines Cirrennerven durch Maceration isolirt.

Fig. 77. Längsschnitt durch den Ursprung des Cirrenkanals eines inneren Cirrus aus dem kleinen Armsinus, um das Armgefäss (im Querschnitt) und den Ursprung des Cirrengefässes aus demselben zu zeigen. In dem Armgefäss eine Zelle.

Fig. 78a—d. Einzelheiten aus dem kleinen Armsinus.

Fig. 78. Querschnitt durch den Arm, in welchem die einzelnen Stellen angegeben sind, welche in den Figuren a—d dargestellt wurden.

a. Theil der unteren Wand. Zeigt unter dem äusseren Epithel einen Theil des unteren Armnerven im Querschnitt und den dem Stützgewebe anliegenden Theil des Armmuskels.

b. Theil der dem grossen Armsinus anliegenden Seite, die hier unter dem Epithel liegenden Muskelfasern zeigend.

c. Theil der unteren seitlichen Wand; zeigt einen weiteren Theil des unteren Armnerven und ein von diesem zu dem Armmuskel gehendes, das Stützgewebe durchsetzendes Aestchen.

d. Ein Theil der oberen Partie des Armmuskels, um zu zeigen, dass er von dem Epithel des kleinen Armsinus bedeckt wird.

Fig. 79a—e. Einzelheiten aus dem grossen Armsinus.

Fig. 79. Orientirender Querschnitt durch den Arm.

a. Theil der Wand gegen den kleinen Armsinus. Unter dem Epithel fehlen Muskelfasern.

b. Theil der unteren seitlichen Wand. Die Epithelzellen haben Muskelfasern entwickelt.

c. Stück der Wand unter dem Hauptarmnerven.

d. Ebenso, unter der Armrinne.

e. Ebenso, etwas tiefer.

In c—e sind ebenfals Muskelfasern vorhanden.

Fig. 80. Seitlicher Längsschnitt durch den Arm. Richtung *c—d*, Fig. 83, zeigt die Epithelverhältnisse des kleinen Armsinus, am Eingang in die Cirrenkanäle. Der Schnitt hat gerade die äussere Wand abgetrennt, und diese ist von innen betrachtet. In dem Stützgewebe bemerkt man die feinen Fibrillen.

Fig. 81. Eine etwas tiefer (gegen die Unterseite des Armes zu) liegende Partie desselben Schnittes, um die hier reichlich vorhandenen Muskelfasern zu zeigen. An der rechten Seite sind die durchscheinenden feinen Fibrillen der Stützsubstanz eingezeichnet.

Fig. 82. Längsschnitt durch den Arm, ungefähr in der Richtung *a—b*, Fig. 83 zeigt das Armgefäss und die davon abgehenden Cirrengefässe.

Fig. 83. Längsschnitt durch einen Arm, in der Richtung *a—b* der nebenstehenden Skizze; zeigt die eigenthümlichen verästelten Zellen, die sich oft am Eingang der Cirrenkanäle finden.

Fig. 84—89. 6 Schnitte aus einer Serie, parallel dem Boden der Armrinne, senkrecht zur Achse der Cirren (*a—f*, Fig. 83). Sie zeigen darum alle die Cirrenkanäle im Querschnitt. Fig. 84 hat noch das Armgefäss gestreift, man sieht den Ursprung eines Cirrengefässes.

Bei *A. Cirr. M.* sieht man das erste Fäserchen der äusseren Cirrenmuskeln.

In den folgenden Schnitten sieht man die äusseren und inneren Cirrenmuskeln und das Cirrengefäss im Querschnitt. Es ist ein Nebenkanal (vergl. den Text) für die äusseren Cirrenmuskeln vorhanden, der bei den meisten Thieren fehlt.

Tafel VI.

Fig. 90. Querschnitt durch einen Arm mit einem, in einen äusseren Cirrenkanal eintretenden, von dem Armmuskel sich abzweigenden Muskelbündel.

Fig. 91. Ansicht eines Armstückes von der Cirrenseite, um die etwas wechselnde Ursprungsweise der Cirrenkanäle aus dem kleinen Armsinus zu zeigen. Bei * ein in einen Cirrenkanal eintretendes Muskelbündel; bei ** von dem Armmuskel sich abzweigende Bündel, die an der Cirrenseite des Sinus inseriren.

Fig. 92. Längsschnitt durch einen Arm eines jungen Thieres von 2 mm Durchmesser. *S.* = Scheidewand zwischen kleinem Armsinus und Tasche des Lev. brach.

Fig. 93. Querschnitt durch einen Arm, um den Verlauf der gröberen Fibrillen des Stützgewebes zu zeigen.

Fig. 94. Theil eines Querschnittes durch einen Arm, um die Verstärkungsfaserzüge im Stützgewebe zu zeigen. *Dr.* zwischen je zwei äusseren Cirren liegende Drüsenzellengruppe.

Fig. 95, 96. Zur Demonstration der Verstärkungsfaserzüge im Stützgewebe.

Fig. 95. Schnitt parallel dem Boden der Armrinne durch die Cirrenbasis.

Fig. 96. Tangentialer Längsschnitt ausserhalb der Cirrenkanäle.

Fig. 97. Oberflächliche Faserung des Stützgewebes am Boden der Armrinne.

Fig. 98. Zellen des Stützgewebes im Zusammenhang mit den gröberen Fasern.

Fig. 99. Die gröberen Fasern im Stützgewebe (zwischen grossem und kleinem Sinus).

Fig. 100. Zellennetz im Stützgewebe, unterhalb der Armrinne.

Fig. 101. Stützgewebe der Armfalte. Flächenpräparat nach Abpinselung des Epithels.

Fig. 102a. Durch Maceration isolirte Epithelmuskelzellen aus dem grossen Armsinus.

Fig. 102b. Epithelzellen ohne Muskelfasern, ebendaher.

Fig. 103a—d. Flächenbilder von dem Epithel des grossen Armsinus.

Fig. 103. Orientirender Querschnitt.

Fig. 103a. Epithelzellen ohne Muskelfasern vom unteren Theil der dem kleinen Armsinus zugekehrten Wand.

Fig. 103b, c, d. Epithelzellen mit Muskelfasern von verschiedenen Stellen.

Tafel VII.

Fig. 104. Rechtes Nephridium von oben gesehen.
Tr. = Trichter. *Af. bd.* = Aufhängeband mit dem ventralen Mantelgefäss.

Fig. 105—107. Drei auf einander folgende Schnitte einer Sagittalserie, um das Verhalten des Nephridiums zur Körperwand, der Scheide des Occl. post. (= *S. occl.*) und den Uebergang des Aufhängebandes des Nephridiums mit dem ventralen Mantelgefäss in den Mantelsinus zu zeigen. Bei * ist eine einspringende Falte der Körperwand getroffen. Man sieht darum in derselben das äussere Epithel doppelt. Fig. 105 lateral; Fig. 107 medial. $^{125}/_{1}$.

Fig. 108. Weiter medial gelegener Schnitt derselben Serie durch den am Aufhängeband befestigten vorderen Zipfel des Trichters des Nephridiums. $^{125}/_{1}$.

Fig. 109. Schnitt durch die äussere Oeffnung eines Nephridiums (aus einer Transversalserie). $^{125}/_{1}$. *M. Nephr.* = Mündung des Nephridiums.

Fig. 110. Querschnitt durch den mittleren Theil eines Nephridiums. $^{250}/_{1}$.

Fig. 111. Epithel des Trichters. $^{250}/_{1}$.

Fig. 112. Querschnitt durch das dorsale Mesenterium in dem vorderen Theil der Herzregion. *Rgef.* = das Rückengefäss; *Hrz.* = ein Herz, bei *M.* Muskelfasern in der Herzwand. *Ger.* = Blutgerinnsel im Herzen. $^{250}/_{1}$.

Fig. 113. Ein weiter hinten in der Herzregion liegender Querschnitt, der die beiden aus dem Rückengefäss entspringenden gemeinschaftlichen Mantelgefässe (*Gem. Mt. gef.*) und an jedem derselben ein Herz, links vollständig, rechts nur zum Theil, getroffen hat. Im linken Herzen bei * eine krümlige Masse mit Kernen, Blutzellen (?) und wohl hauptsächlich abgelöste Endothelzellen. Bei ** sieht man die nach vorn offenen Taschen, welche durch die, eine Strecke weit dem Darm frei aufliegenden Ileoparietalbänder gebildet werden. (Vergl. den Längsschnitt Fig. 115.) $^{250}/_{1}$.

Fig. 114. Querschnitt durch das Rückengefäss in der Magenregion. $^{250}/_{1}$.

Fig. 115. Seitlicher Längsschnitt durch den Mitteldarm mit dem Ursprung eines Ileoparietalbandes und dem am freien vorderen Rande desselben verlaufenden gemeinschaftlichen Mantelgefäss. ** durch das Ileoparietalband gebildete, nach vorn offene Tasche. (Vergl. Fig. 113.) $^{250}/_{1}$.

Fig. 116. Theil eines Querschnittes durch den Mitteldarm vor den Ileoparietalbändern, das dorsale Mantelgefäss an seinem Aufhängeband zeigend. $^{250}/_{1}$.

Fig. 117. Querschnitt durch ein kleines Stückchen der Rückenwand mit dem rücklaufenden Genitalgefäss. In dem Gefäss ein Gerinnsel. (Zur Orientirung vergl. Fig. 7.) $^{250}/_{1}$. *R. Gen. gef.* = rücklaufendes Genitalgefäss.

Fig. 118. Theil eines Querschnittes durch ein Ileoparietalband mit den auf der Ventralseite sich erhebenden Gefässzotten (*Gef.*), in deren Umgebung sich die Keimzellen, in diesem Falle Hoden, entwickeln. $^{500}/_{1}$.

Fig. 119. Zellnetz aus dem Hoden. (Vergl. den Text.)

Fig. 120. Theil eines Schnittes parallel der Fläche des Ileoparietalbandes, so dass die Hodenläppchen quer getroffen sind. In jedem sieht man das Gefäss (*Gef.*) $^{500}/_{1}$.

Fig. 121. Querschnitt durch die der Mantelhöhle zugekehrte Wand eines Mantelsinus mit dem Mantel- (Genital-) Gefäss (*Gen. gef.*), das ein Gerinnsel enthält. Von einem ♂. $^{250}/_{1}$.

Fig. 122. Querschnitt durch die innere Wand eines Mantelsinus, nahe dem Ende desselben. In der Wand des Genitalgefässes sieht man junge Keimzellen (*Kz.* ♀). Von einem ♀. $^{250}/_{1}$.

Fig. 123. Querschnitt durch einen Mantelsinus eines ♀. *Gen. gef.* = das ein Gerinnsel enthaltende Genitalgefäss. In seiner Umgebung Eier in verschiedenen Entwickelungszuständen. *Ei* = reifes, mit Dotterhaut versehenes Ei. $^{250}/_{1}$. * = zerfallene Zellmassen.

Fig. 124. Schema des Nervensystems von der Dorsalseite. Die auf der Rückseite verlaufenden Theile sind schwarz und gelb, die unten liegenden gelb.

Wegen der Bezeichnungen siehe die allgemeine Uebersicht. Ausserdem bedeutet:

N. lat. inf. = unterer Seitennerv.

N. lat. s. = oberer Seitennerv.

N. lev. br. = Nerven zum Levator brachii.

N. obl. sup. = Nerv für den Obliquus superior.

N. occl. ant. = Nerv für den Occlusor anterior.

N. occl. post. = oberer und unterer Nerv zum Occlusor posterior.

N. pall. lat. = lateraler Nerv des dorsalen Mantels.

N. pall. med. = medialer Nerv des dorsalen Mantels.

Fig. 125. Querschnitt durch die Infraösophagealcommissur. $^{250}/_{1}$.

Fig. 126. Theil eines in der Richtung *a—b*, Fig. 125, geführten (Frontal-) Horizontalschnittes durch dieselbe. Die Commissur ist der Länge nach getroffen. $^{250}/_{1}$.

Fig. 127. Horizontalschnitt durch das untere Ganglion, vor dem lateralen Theil der Vorderseite des Occl. ant. Gz_1 = grosse, Gz_2 = kleine Ganglienzellen. *Si.* = Sinneszellen? $^{250}/_{1}$.

Fig. 128. Sagittalschnitt durch die Supraösophagealcommissur, die bei diesem Thier nur aus dem gezeichneten starken Stamm und noch einem etwas mehr ventral gelegenen, feinen Fädchen besteht. $^{250}/_{1}$.

Fig. 129. Horizontalschnitt durch den Anfangstheil des Hauptarmnerven (oberen Ganglions) mit dem ersten stärkeren Verbindungsnerven. $^{250}/_{1}$.

F. Eisenmann gez.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.